



TUGAS AKHIR - RE 141581

STUDI PENGOLAHAN AIR BEKAS PENCUCIAN JEANS SECARA FISIK-KIMIA SKALA LABORATORIUM

FAHRIZA UTAMI
0321 1440 000 025

Dosen Pembimbing
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

LEMBAR PENGESAHAN

**Studi Pengolahan Air Bekas Pencucian Jeans Secara
Fisik-Kimia Skala Laboratorium**

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Oleh:
FAHRIZA UTAMI
NRP. 03211440000025

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Atiek Moesriati, M.Kes
NIP. 19570602 198903 2 002





TUGAS AKHIR - RE 141581

**STUDI PENGOLAHAN AIR BEKAS
PENCUCIAN JEANS SECARA FISIK-KIMIA
SKALA LABORATORIUM**

FAHRIZA UTAMI
0321 1440 000 025

Dosen Pembimbing
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018



FINAL PROJECT- RE 141581

STUDY OF WASTEWATER TREATMENT OF JEANS LAUNDRY BY CHEMICAL- PHYSICAL METHODS IN LABORATORY SCALE

FAHRIZA UTAMI
0321 1440 000 025

Supervisor
Ir. Atiek Moesriati, M.Kes

DEPARTEMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil, Environment, and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018

STUDI PENGOLAHAN AIR BEKAS PENCUCIAN JEANS DENGAN METODE FISIK-KIMIA SKALA LABORATORIUM

Nama Mahasiswa : Fahriza Utami
NRP : 032114410000025
Departemen : Teknik Lingkungan FTSLK ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Atiek Moesriati, M.Kes

ABSTRAK

Usaha pencucian jeans merupakan usaha pencucian dan pemutihan Jeans setelah dilakukan pewarnaan pada Jeans. Hasil buangan dari proses pencucian Jeans sebagian besar langsung dibuang pada badan air atau sungai, sehingga akan mencemari lingkungan. Perlu adanya suatu unit pengolahan sederhana untuk menurunkan beban polutan pada pencucian Jeans. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan beban polutan dalam air limbah pencucian Jeans .

Penelitian skala laboratorium dengan menggunakan reaktor yang telah direncanakan. Desain reaktor terdiri dari bak koagulasi flokulasi, bak pengendap serta bak filtrasi. Untuk unit koagulasi flokulasi, unit bak pengendap dan unit filtrasi digunakan reaktor dari kaca dengan ukuran yang menyesuaikan debit untuk mengolah air bekas pencucian jeans. Sedangkan alat yang digunakan untuk penentuan jenis koagulan yaitu dengan alat berupa jar test. Studi dilakukan pada industri rumah tangga pencucian jeans daerah Pesapen Selatan Surabaya. Penelitian ini akan dimulai dengan peneltiain pendahuluan untuk mengetahui karakteristik limbah serta penentuan dosis optimum penambahan tawas dan PAC. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis koagulan dan variasi media filter. Parameter yang diamati adalah COD, TSS, kekeruhan, dan warna.

Secara keseluruhan, pengolahan air limbah bekas pencucian jeans menggunakan rangkaian proses koagulasi flokulasi dan filtrasi dapat menurunkan COD berkisar antara 78% - 82%, TSS antara 93% - 94%, kekeruhan hingga 99% dan warna

hingga 98%. Efisiensi penurunan parameter pencemar menggunakan koagulan dan media filter hampir sama dan tidak terlalu signifikan perbedaannya.

Kata Kunci: Air limbah pencucian Jeans, koagulan, media filter

STUDY OF WASTEWATER TREATMENT OF JEANS LAUNDRY BY CHEMICAL-PHYSICAL METHODS IN LABORATORY SCALE

Student Name : Fahriza Utami
NRP : 032114410000025
Department : Teknik Lingkungan FTSLK ITS
Supervisor : Ir. Atiek Moesriati, M.Kes

ABSTRACT

Jeans washing business is a business of laundering and bleaching Jeans after coloring on Jeans. The waste products from the washing process of Jeans are mostly directly discharged on bodies of water or rivers, thus polluting the environment. It is necessary to have a simple processing unit to reduce the pollutant load on Jeans washing. The objective of this research is to know the decrease of pollutant load in Jeans washing water wastewater.

Laboratory scale studies using planned reactors. The reactor design comprises a flocculation coagulation tub, a settling tub and a filtration bath. For the flocculation coagulation unit, the crankcase and filtration units are used glass reactors with sizes that adjust the discharge to treat the ex-wash water of the jeans. While the tool used for the determination of the type of coagulant is by means of a jar test. The study was conducted in the household sanitary washing industry of Pesapen Selatan Surabaya. This study will begin with preliminary investigators to determine the characteristics of the waste as well as the determination of the optimum dosage of alum and PAC addition. The variables used in this research are coagulant type and filter media variation. The parameters observed were COD, TSS, turbidity, and color.

Overall, wastewater treatment of jeans using a series of flocculation and filtration coagulation processes can reduce COD between 78% - 82%, TSS between 93% - 94%, turbidity up to 99% and color up to 98%. The efficiency of decreasing the

pollutant parameters using coagulant and filter media is almost equal and not significantly different.

Keywords: Jeans washing waste water, coagulant, filter media

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Studi Pengolahan Air Bekas Pencucian Jeans Secara Fisik-Kimia Skala Laboratorium”**. Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk meraih gelas Strata 1 Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Pada kesempatan ini, saya ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ir. Atiek Moesriati, M.Kes, selaku dosen pembimbing Tugas Akhir, atas segala waktu, nasihat, saran dan ilmu yang diberikan.
2. Prof. Ir. Nieke Karnaningroem, M.Sc, Ir. Mas Agus Mardyanto, M.Eng, Ph.D., Bieby Voijant Tangahu, ST., MT., Ph.D dan Harmin Sulistyaning Titah, ST., MT., Ph.D selaku dosen penguji atas saran dan masukan yang diberikan.
3. Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc selaku dosen wali atas masukan dan nasihat yang diberikan selama menjalani masa perkuliahan.
4. Bapak Ikhsan selaku pemilik usaha Jeans yang dengan sabar membantu dalam pengambilan air limbah.
5. Bapak Hadi, Bapak Edi selaku laboran Teknik Lingkungan ITS yang senantiasa membantu dan memfasilitasi ketika di Laboratorium.
6. Teman satu bimbingan Laily Kusuma Wardani yang telah memberikan semangat dan bantuan dalam pelaksanaan dan masa asistensi Tugas Akhir.
7. Teman-teman Gak! Doyan Makan yakni Dina, Tita, Ofi, Adzal, Dini, Dita, Arum, Afiya, dan Dinda yang selalu memberikan semangat dan guyonan dalam kebosanan Tugas Akhir.

8. Teman-teman Envijoyo/L-32/TL-2014 yang senantiasa membantu jika ada kesulitan.
9. Semua pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Terima kasih telah membantu kelancaran dan dorongan semangat untuk menyelesaikan tugas besar ini.

Ucapan banyak terimakasih juga untuk kedua orang tua saya, Bapak Makhfudi dan Ibu Lilik Zuliatul Husna, serta adik, Farikha Dwi Rahma, yang telah mendukung, baik secara moril maupun materi serta tidak hentinya memberikan doa, motivasi dan kasih sayang kepada saya.

Saya menyadari masih banyak kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu, saya menerima saran agar penulisan laporan ini menjadi lebih baik. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2018
Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Ruang Lingkup	3
1.5 Manfaat.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Proses Pencucian Jeans	5
2.2 Limbah Pewarnaan Tekstil	7
2.3 Dampak Limbah Pewarnaan Tekstil.....	8
2.4 Karakteristik Air Limbah Pencucian Jeans	10
2.5 Koagulasi - Flokulasi	12
2.6 Koagulan	13
2.7 Sedimentasi	16
2.8 Filtrasi	17
2.7.1 Arang Aktif	19
2.7.2 Antrasit.....	20
2.9 Saringan Pasir Cepat (Rapid Sand Filter)	21
2.10 Adsorpsi.....	23
2.10.1 Mekanisme Adsorpsi	23
2.10.2 Jenis Adsorpsi	24
2.10.3 Faktor Yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi	24
2.11 Penelitian Terdahulu.....	26
BAB 3 METODE PENELITIAN	29
3.1 Kerangka Penelitian	29
3.2 Ide Penelitian	29
3.3 Studi Literatur	29

3.4 Penelitian Pendahuluan.....	30
3.5 Persiapan penelitian	30
3.5.1 Pembuatan Reaktor.....	30
3.5.2 Analisis Jarrest.....	31
3.6 Pelaksanaan Penelitian.....	31
3.7 Pengujian Warna	32
3.8 Blanko (Sampel Kontrol Tanpa Koagulan)	34
3.9 Hasil dan Pembahasan	34
3.10 Kesimpulan dan Saran	34
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1 Penelitian Pendahuluan.....	39
4.1.1 Uji Karakteristik Awal Limbah	39
4.1.2 Uji Dosis Optimum Koagulan.....	39
4.2 Penurunan Kadar COD dengan Media Antrasit dan Karbon Aktif.....	41
4.3 Penurunan Kadar TSS dengan Media Antrasit dan Karbon Aktif.....	45
4.4 Penurunan Kadar Kekeruhan dengan Media Antrasit dan Karbon Aktif	48
4.5 Penurunan Kadar Warna dengan Media Antrasit dan Karbon Aktif	50
4.6 Ringkasan Penelitian	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA.....	55
LAMPIRAN A PERHITUNGAN DIMENSI REAKTOR.....	61
LAMPIRAN B PERHITUNGAN DOSIS KOAGULAN	63
LAMPIRAN C PERHITUNGAN ANALISA PARAMETER.....	67
LAMPIRAN D HASIL ANALISA PARAMETER	71
LAMPIRAN E GAMBAR PENELITIAN.....	75
BIODATA PENULIS.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Uji Karakterisasi Air Limbah	30
Tabel 3.2 Variasi Dosis Koagulan	31
Tabel 4.1 Hasil Uji Karakteristik Air Limbah Bekas Pencucian Jeans Industri Rumah Tangga “X” Surabaya	39
Tabel 4.2 Variasi Dosis Koagulan	40
Tabel 4.3 Hasil Penurunan Kekeruhan dengan Variasi Dosis Koagulan	40
Tabel 4.4 Penurunan Kadar COD	42
Tabel 4.5 Penurunan Kadar TSS	46
Tabel 4.6 Penurunan Kadar Kekeruhan	48
Tabel 4.7 Penurunan Kadar Warna	50
Tabel 4.8 Rata-Rata Efisiensi Removal Jenis Koagulan	52

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Hasil Absorbansi Panjang Gelombang Optimum.....	32
Gambar 3.2 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Warna Air Limbah Bekas Pencucian Jeans.....	33
Gambar 3.3 Kerangka Penelitian	36
Gambar 3.4 Reaktor Untuk Penelitian.....	37
Gambar 4.1 Penurunan COD	43
Gambar 4.2 Penurunan TSS	47
Gambar 4.3 Penurunan Kekeruhan	49
Gambar 4.6 Penurunan Warna	50

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri tekstil baik industri skala besar maupun skala kecil dan menengah adalah industri yang memegang peranan yang cukup penting di Indonesia. Namun, kegiatan produksinya menyisakan berbagai permasalahan lingkungan yang tidak mudah untuk diselesaikan. Industri tekstil adalah industri yang sangat intensif dalam penggunaan air. Penggunaan air dan sumber energi lainnya memiliki intensifitas yang cukup tinggi dalam setiap proses produksinya, sehingga jumlah limbah cair yang dihasilkan sangat melimpah. Kompleksitas proses produksi dalam industri tekstil menyebabkan limbah cair yang dikeluarkannya mengandung senyawa organik dengan konsentrasi cukup tinggi serta berbagai senyawa logam berat yang berbahaya bagi lingkungan dan mengancam kualitas kesehatan manusia dan habitat dari berbagai organisme lainnya. Selain itu, proses pewarnaan dalam industri tekstil menghasilkan limbah cair tekstil dengan kepekatan warna yang tinggi sehingga akan sangat mencolok jika dibuang ke lingkungan. Sayangnya, hingga saat ini pengolahan limbah tekstil terutama yang berskala kecil dan menengah belum optimal, sehingga sebagian besar limbah cair dibuang ke lingkungan secara langsung dan menyebabkan kadar bahaya cukup tinggi (Sutiyani dan Sukarnen, 2015).

Industri pencelupan atau pencucian jeans termasuk salah satu industri yang sangat banyak mengeluarkan limbah cair. Namun, penanganan pengolahan limbah cair pada industri yang termasuk skala kecil umumnya kurang baik . Potensi pencemaran air buangan industri tekstil sangat bervariasi tergantung pada proses dan kapasitas produksi serta kondisi lingkungan tempat pembuangan, sehingga akibat pencemaran juga berbeda-beda. Harus diakui bahwa masih banyak industri tekstil yang hingga saat ini belum atau kurang memperhatikan masalah air buangan bekas proses pengolahan tekstil hingga tidak mengherankan apabila kadang-kadang terjadi keluhan maupun protes dari masyarakat yang merasa terganggu oleh adanya air buangan tersebut. Industri pencucian jeans adalah

industri pencucian yang mengembangkan kegiatan menjadi industri pencucian dan pelunturan. Dalam melaksanakan kegiatan sehari-hari industri pencucian jeans tidak selalu mengadakan proses-proses seperti yang tersebut di atas. Tetapi, kegiatannya berdasarkan pesanan dari industri konveksi, misalnya industri konveksi hanya membutuhkan proses pencucian saja tanpa proses proses pelunturan (Said, 2005).

Pengolahan secara kimia pada IPAL biasanya digunakan untuk netralisasi limbah asam maupun basa, memperbaiki proses pemisahan lumpur, memisahkan padatan yang tak terlarut, mengurangi konsentrasi minyak dan lemak, meningkatkan efisiensi instalasi flotasi dan filtrasi, serta mengoksidasi warna dan racun. Beberapa kelebihan proses pengolahan kimia antara lain dapat menangani hampir seluruh polutan anorganik, tidak terpengaruh oleh polutan yang beracun atau toksik, dan tidak tergantung pada perubahan konsentrasi. Namun, pengolahan kimia dapat meningkatkan jumlah garam pada effluent dan meningkatkan jumlah lumpur (Nugroho, 2005).

Salah satu proses pengolahan kimia yang digunakan untuk pengolahan air limbah bekas pencucian jeans adalah proses koagulasi flokulasi. Jenis koagulan yang digunakan adalah tawas dan *poly aluminium chloride* (PAC). Aluminium sulfat biasanya disebut juga sebagai tawas, banyak dipakai karena efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Bahan ini paling ekonomis (murah) dan mudah didapat pada pasaran serta mudah disimpan (Suciastuti dan Sutrisno, 1987). Sedangkan koagulan PAC merupakan koagulan anorganik yang tersusun dari polimer makromolekul yang mempunyai sifat-sifat seperti; tingkat adsorpsi yang kuat, mempunyai kekuatan lekat, pembentukan flok-flok yang tinggi dengan dosis kecil dan tingkat sedimentasi cepat. Keunggulan lainnya adalah cakupan penggunaan yang luas (Said, 2009). Untuk itu, penggunaan tawas dan PAC diharapkan dapat membantu proses koagulasi flokulasi dengan maksimal untuk menurunkan parameter pencemar pada air limbah bekas pencucian jeans.

Penggabungan proses koagulasi-flokulasi dengan filtrasi bertujuan agar partikel-partikel pencemar dapat tertahan pada media filter. Jenis media filter yang digunakan adalah antrasit dan arang aktif, dimana kedua media filter mempunyai keunggulan

yakni pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon serta proses berjalan cepat karena ukuran butir media relatif lebih besar (Kumalasari dan Satoto, 2011)

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh jenis koagulan terhadap penurunan COD, TSS, kekeruhan, dan warna air limbah bekas pencucian Jeans?
2. Bagaimana pengaruh jenis media filter terhadap penurunan COD, TSS, kekeruhan, dan warna air limbah bekas pencucian Jeans?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan pengaruh jenis koagulan terhadap penurunan COD, TSS, kekeruhan, dan warna air limbah bekas pencucian Jeans.
2. Menentukan pengaruh jenis media filter terhadap penurunan COD, TSS, kekeruhan, dan warna air limbah bekas pencucian Jeans.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium yaitu alat berupa *jar test* untuk menentukan dosis optimum koagulan secara batch dan reaktor koagulasi-flokulasi, reaktor sedimentasi serta filtrasi dengan sistem kontinyu.
2. Limbah air bekas pencucian Jeans yang digunakan berasal dari industri rumah tangga "X" di Surabaya.
3. Parameter yang diuji adalah COD, TSS, kekeruhan, dan warna.
4. Variabel penelitian yang digunakan:
 - Jenis koagulan: PAC, Tawas, dan campuran PAC-Tawas dengan dosis optimum masing-masing koagulan.
 - Media filter: Antrasit dan Arang aktif dengan tinggi media 68 cm.
5. Penelitian dilakukan pada laboratorium Departemen Teknik Lingkungan ITS Surabaya.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu memberikan data atau informasi tentang efisiensi rangkaian pengolahan fisik-kimia yang meliputi koagulasi flokulasi, sedimentasi dan filtrasi dalam mereduksi kadar COD, TSS, kekeruhan, dan warna pada air bekas pencucian jeans.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Pencucian Jeans

Industri pencucian Jeans merupakan salah satu bagian dari industri tekstil. Industri ini bergerak dalam bidang pencucian Jeans dan pelunturan Jeans. Keberadaan industri ini sejalan dengan meningkatnya komoditi pakaian jadi di Indonesia. Menurut (Said, 2005), berdasarkan proses kegiatannya, industri pencucian Jeans dibagi menjadi beberapa jenis, yakni :

1. Proses pencucian (*Garment Wash*)

Proses ini bertujuan untuk membuang kanji dengan maksud melemaskan pakaian Jeans yang masih kaku. Bahan yang digunakan adalah air sebanyak 500 liter, detergen merk *Blue-J Scour* (cair dan berwarna coklat) sebanyak 250-300 ml dan sebagai bahan pengganti detergen dapat digunakan zat kimia *Genencor Desize-HT* (cair dan berwarna biru) sebanyak 1,5 Kg. Pada proses *Garment Wash* ini suhu diusahakan 40°C-50°C dan pakaian digiling dalam mesin selama 25 menit. Apabila pihak konsumen hanya membutuhkan pencucian saja, maka proses selanjutnya tidak dilakukan.

2. Proses Pelunturan

Setelah proses pelemasan atau pencucian, kemudian dilakukan proses pelunturan atau pemucatan Jeans dengan maksud melunturkan warna asli Jeans menjadi warna dasarnya atau lebih pucat dari warna aslinya. Proses ini dilakukan tergantung permintaan. Proses pelunturan ada dua macam, yakni:

- (a) Proses *Stone Wash*, yaitu proses pelunturan warna pakaian jadi Jeans dengan menggunakan bahan yang sama dengan batu apung sebagai bahan penggosok atau peluntur.

- (b) Proses *Stone Bleaching*, yaitu proses pelunturan warna pakaian jadi selain menggunakan bahan yang sama dengan stone wash juga ditambah dengan Sodium hipochlorite yang berfungsi untuk pemutih. Penggunaan Sodium hipochlorite ini tidak banyak tentunya tergantung

permintaan (sesuai dengan warna putih yang diinginkan).

3. Proses pembilasan

Setelah proses pencucian dan pelunturan maka dilakukan proses pembilasan dimana dalam proses ini diperlukan air sebanyak 500 liter, softener sebagai pelembut sebanyak 0,6 ml dan OBA untuk mencerahkan warna sebanyak 0,3 ml. Suhu disesuaikan tetap 30°C dan dapat diputar selama 10 menit. Sedangkan untuk proses pembilasan dimana dalam proses pembilasan yang berasal dari *Stone Bleancing* selain bahan-bahan di atas, ditambahkan pula Sodium hipochlorite dan mengilangkan bau sebanyak 1 Kg per mesin serta Hidrogen perioksida (H_2O_2) yang berfungsi untuk membuat bersih atau warna terang sebanyak 1kg.

4. Proses Pemerasan

Proses pemerasan adalah proses untuk menghilangkan air dari pakaian jadi Jeans. Proses ini bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan. Pada proses pemerasan ini digunakan mesin ekstrator yang berkapasitas 30 - 40 potong pakaian yang diputar selama 5 menit.

5. Proses Pengeringan

Proses pengeringan adalah proses yang dilakukan setelah pakaian jadi telah mengalami proses pembilasan dengan maksud untuk mengeringkan pakaian jadi Jeans. Proses pengeringan dapat dilakukan melalui penjemuran dengan sinar matahari maupun menggunakan mesin pengering berupa oven yang berkapasitas 50-70 potong pakaian. Proses ini memerlukan waktu sekitar 45 menit - 1 jam.

6. Proses pewarnaan

Pada proses ini pakaian jadi Jeans diberi warna sesuai dengan permintaan, dengan menggunakan bahan-bahan kimia. Hasil sampingan dari proses kegiatan industri pencucian Jeans adalah limbah yang dihasilkan dari proses pencucian Jeans. Limbah pencucian Jeans secara fisik berwarna biru atau ungu berbau kaporit yang menyengat serta terdapat busa berwarna. Selain itu ada

zat-zat tersuspensi dari batu apung yang hancur dari proses pelunturan banyak mengendap di saluran air sehingga menyebabkan pendangkalan. seperti limbah industri lainnya, limbah pencucian Jeans ini dapat menimbulkan gangguan terhadap manusia, biota air maupun gangguan estetika.

2.2 Limbah Pewarnaan Tekstil

Zat warna adalah senyawa yang dipergunakan dalam bentuk larutan atau dispersi pada suatu bahan lain sehingga berwarna (Rambe, 2009). Di Indonesia perkembangan produksi zat pewarna dapat diketahui dari data ekspor nasional. Berdasarkan data Biro Pusat Statistik tahun 2000 mencerminkan bahwa kebutuhan zat pewarna baik untuk keperluan proses produksi dan industri meningkat tiap tahunnya. Tingginya pemakaian zat pewarna pada kegiatan industri tertentu membawa dampak pada peningkatan jumlah bahan pencemar dalam limbah cair yang dihasilkan (Nugroho, 2005).

Zat warna untuk tekstil dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan sumbernya yaitu zat warna alami dan zat warna sintesis. Zat warna alami adalah zat warna yang diperoleh dari alam seperti tumbuh-tumbuhan baik secara langsung maupun tidak langsung. Bahan pewarna alam yang biasa digunakan untuk tekstil diperoleh dari hasil ekstrak berbagai bagian tumbuhan seperti akar, kayu, daun, biji ataupun bunga, sedangkan zat warna sintesis adalah zat warna buatan. Zat warna sintesis dalam tekstil merupakan turunan hidrokarbon aromatik seperti benzene, toluene, naftalena dan antrasena. Sifat zat warna sintesis lebih stabil dibandingkan zat warna alam. Zat warna naptol merupakan salah satu yang banyak digunakan dalam industri tekstil (Laksono, 2012).

Zat warna naptol adalah zat warna tekstil yang dapat dipakai untuk mencelup secara cepat dan mempunyai warna yang kuat. Zat warna naptol merupakan senyawa yang tidak larut dalam air terdiri dari dua komponen dasar yaitu golongan naptol AS (Anilid Acid) dan komponen pembangkit warna yaitu golongan diazonium atau biasa disebut garam. Kedua komponen tersebut bergabung menjadi senyawa berwarna jika sudah dilarutkan. Zat

warna naptol disebut sebagai *Ingrain Colours* karena terbentuk di dalam serat dan tidak terlarut di dalam air (Laksono, 2012).

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, definisi dari air limbah adalah sisa dari suatu hasil usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Pengertian limbah cair adalah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri. Limbah dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan.

Menurut Sunu (2001), menjelaskan bahwa ada beberapa komponen pencemaran air antara lain limbah padat, limbah bahan makanan, limbah bahan organik, limbah anorganik dan limbah zat kimia. Komponen pencemaran air akan menentukan terjadinya indikator pencemaran air. Komponen yang berhubungan dengan pencemaran air karena limbah tekstil adalah limbah anorganik dan limbah zat kimia. Limbah zat kimia dapat berupa insektisida, bahan pembersih, larutan penyamak kulit dan zat warna kimia. Kandungan zat warna kimia yang ada di dalam air akan mempengaruhi pH air lingkungan dan kandungan oksigen. Hampir semua zat warna kimia bersifat racun dan jika masuk ke dalam tubuh manusia akan ikut merangsang tumbuhnya kanker.

Pewarnaan dan pembilasan *Jeans* menghasilkan limbah yang berwarna dengan COD tinggi dan bahan-bahan lain dari zat warna yang dipakai seperti fenol dan logam. Di Indonesia zat warna berdasar logam (krom) tidak banyak dipakai (Rambe, 2009).

2.3 Dampak Limbah Pewarnaan Tekstil

Pencemaran air atau penurunan mutu air diakibatkan oleh sejumlah kegiatan manusia salah satunya yang berasal dari industri tekstil yang tidak dikelola sebagaimana mestinya, namun dibuang langsung ke aliran air atau permukaan tanah. Limbah industri tekstil yang langsung dibuang ke sungai dapat menimbulkan pencemaran berupa : perubahan warna, bau dan rasa pada air; terhambatnya dan hilangnya aktivitas biologi perairan; pencemaran tanah dan air tanah; serta perubahan fisik tumbuhan, binatang dan manusia oleh zat kimia (Laksono 2012).

Air limbah secara tidak langsung juga akan mempengaruhi kualitas air tanah. Tingkat pencemaran limbah tersebut jika tidak terlalu tinggi akan diikat dan dinetralisir oleh lapisan tanah, tetapi jika melebihi kapasitas tanah, maka kandungan limbah tersebut akan mencapai air tanah dan mencemarinya. Hal tersebut dipengaruhi oleh jarak sumur dengan sungai, jenis dan keadaan sumur, genangan air sungai, jenis cemaran dan curah hujan (Tejokusumo, 2007).

Muzamil (2010) menjelaskan kualitas air juga dapat diketahui melalui analisis sifat kimia air tanah. Sifat kimia air tanah yang diteliti meliputi kesadahan sebagai CaCO_3 , pH, unsur-unsur kimia dominan yang larut dalam air seperti, Natrium (Na), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Sulfat (SO_4), Klorida (Cl), Besi (Fe), serta unsur-unsur kimia yang lain sebagai indikator pencemar limbah domestik seperti: Nitrat (NO_3), Nitrit (NO_2), Fosfat, BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Beberapa unsur tersebut kaitatannya dengan kualitas air dijelaskan sebagai berikut :

1. pH

Parameter pH merupakan salah satu parameter yang sangat penting dalam analisis kualitas kimia air karena penyimpangan pH terhadap baku mutu air minum dapat menyebabkan beberapa senyawa kimia berubah menjadi racun yang dapat mengganggu kesehatan.

2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan kebutuhan oksigen kimia untuk reaksi oksidasi terhadap bahan buangan didalam air. Air limbah yang mempunyai COD lebih tinggi dan BOD lebih rendah disebabkan karena adanya bahan organik yang tidak dapat dipecah secara biologik atau bahan buangan beracun (Mahida, 1986). Menurut Wardhana (1995) COD merupakan indikator tingkat pencemaran yang lain dan dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan secara kasar besarnya angka BOD.

3. Fosfat (PO_4)

Fosfat di alam berasal dari pelapukan batuan, tanah, limbah-limbah, senyawa *orthofosfat*, *polifosfat*, dan *fosfat organik*. Senyawa fosfat juga berasal dari dari pupuk pertanian, sampah rumah tangga dan limbah industri. Fosfat organik terdapat dalam

limbah domestik dan sisa makanan, tetapi tergantung pada kebiasaan makanan yang dikonsumsi, dengan jumlah fosfor yang dilepas merupakan fungsi pemasukan protein.

Pengaruh limbah cair industri menurut Muzamil (2010) yaitu:

- 1) Menimbulkan resiko kesehatan secara tidak langsung bagi masyarakat luas yang memanfaatkan sumber-sumber air yang tercemar limbah cair industri.
- 2) Merusak sungai, estuari, atau tempat penambakan sehingga tangkapan ikan menjadi berkurang.

2.4 Karakteristik Air Limbah Pencucian Jeans

Limbah cair baik domestik maupun non domestik mempunyai beberapa karakteristik sesuai dengan sumbernya, karakteristik limbah cair dapat digolongkan pada karakteristik fisik, kimia, dan biologis (Metcalf and Eddy, 2003). Menurut Junaidi dan Hatmanto (2006) air limbah air limbah yang dihasilkan dari pencucian Jeans terdiri beberapa parameter pencemar antara lain sebagai berikut:

1. Karakteristik Fisika

Karakteristik fisika ini terdiri dari beberapa parameter, diantaranya:

a. Total Solid (TS)

Padatan terdiri dari bahan padat organik maupun anorganik yang dapat larut, mengendap atau tersuspensi. Bahan ini pada akhirnya akan mengendap di dasar air sehingga menimbulkan pendangkalan pada dasar badan air penerima

b. Total Suspended Solid (TSS)

Merupakan jumlah berat dalam mg/L kering lumpur yang ada didalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron.

c. Warna

Pada dasarnya air bersih tidak berwarna, tetapi seiring dengan waktu dan meningkatnya kondisi anaerob, warna limbah berubah dari yang abu-abu menjadi hitam.

- d. Kekeruhan
Kekeruhan disebabkan oleh zat padat tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik, serta menunjukkan sifat optis air yang akan membatasi pencahayaan kedalam air.
 - e. Temperatur
Merupakan parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air dan penggunaan air untuk berbagai aktivitas sehari-hari.
 - f. Bau
Disebabkan oleh udara yang dihasilkan pada proses dekomposisi materi atau penambahan substansi pada limbah.
2. Karakteristik Kimia
- a. Biological Oxygen Demand (BOD)
Biological oxygen demand atau kebutuhan oksigen biologis adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan untuk memecah atau mendegradasi atau mengoksidasi limbah organik yang terdapat didalam air.
 - b. Chemical Oxygen Demand (COD)
Merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. COD dinyatakan dalam ppm (part per milion).
 - c. Minyak dan Lemak
Minyak dan lemak merupakan bahan pencemar yang banyak ditemukan di berbagai perairan, salah satu sumber pencemarnya adalah dari industri tekstil.
 - d. Logam Berat
Logam berat bila konsentrasinya berlebih dapat bersifat toksik sehingga diperlukan pengolahan limbah lebih lanjut untuk menangani logam berat.
3. Karakteristik Biologi
- Karakteristik biologi digunakan untuk mengukur kualitas air terutama air yang dikonsumsi sebagai air minum dan air bersih. Parameter yang biasa digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung

dalam air limbah. Pengolahan air limbah secara biologis dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang melibatkan kegiatan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk atau senyawa lain. Mikroorganisme mengkonsumsi bahan-bahan organik membuat biomassa sel baru serta zat-zat organik dan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolismenya. (Metcalf and Eddy, 2003).

2.5 Koagulasi - Flokulasi

Menurut vesilind *et al.* (1994), partikel koloid dalam air sulit mengendap secara normal. Partikel koloid mempunyai muatan, penambahan koagulan akan menetralkan muatan tersebut. Partikel netral akan saling berikatan membentuk flok-flok besar dari partikel koloid yang berukuran sangat kecil. Hal ini disebut sebagai proses flokulasi.

Metcalf dan Eddy (2003), menyatakan bahwa untuk mendorong pembentukan agregat partikel, harus diambil langkah-langkah tertentu guna mengurangi muatan atau mengatasi pengaruh muatan partikel. Pengaruh muatan dapat diatasi dengan : (1) penambahan ion berpotensi menentukan muatan sehingga terserap atau bereaksi dengan permukaan koloid untuk mengurangi muatan permukaan, atau penambahan elektrolit yang akan memberikan pengaruh mengurangi ketebalan lapisan difusi listrik sehingga mengurangi zeta potensial, (2) penambahan molekul organik berantai panjang (polimer) yang sub-bagiannya dapat diberi muatan sehingga disebut polielektrolit, hal ini menyebabkan penghilangan partikel melalui adsorpsi dan pembuatan penghubung (*bridging*), dan (3) penambahan bahan kimia yang membentuk ion-ion yang terhidrolisis oleh logam.

Menurut Hammer (1986), dua gaya yang menentukan kekokohan koloid adalah, (1) gaya tarik menarik antar partikel yang disebut dengan gaya *Van der Waals*, cenderung membentuk agregat yang lebih besar, (2) gaya tolak menolak yang disebabkan oleh pertumpangtindihan lapisan tanda elektrik yang bermuatan sama yang mengakibatkan kekokohan dispersi koloid. Koagulasi dan flokulasi merupakan proses yang sangat berkaitan erat dimana keberhasilan proses flokulasi sangat bergantung dari

proses koagulasi yang merupakan rangkaian proses pembentukan flok-flok. Pada kedua proses ini dibutuhkan *flocculating agent* yaitu bahan kimia tertentu yang membantu proses pembentukan flok. Agar proses destabilisasi efektif, molekul polimer harus mengandung kelompok kimia yang dapat berinteraksi dengan permukaan partikel koloid.

Menurut Nathanson (1977), keberhasilan dari proses koagulasi dan flokulasi tergantung beberapa faktor diantaranya adalah dosis koagulan yang diberikan, suhu dari limbah, pH dan alkalinitas. Dosis koagulan yang diberikan disesuaikan dengan karakteristik dari air limbah yang akan ditangani. Untuk mengetahui dosis optimum koagulan dilakukan pengujian dilaboratorium menggunakan peralatan yang disebut Jarrest.

2.6 Koagulan

Koagulan adalah bahan kimia yang mempunyai kemampuan menetralkan muatan koloid dan mengikat partikel tersebut sehingga membentuk flok atau gumpalan (Hammer, 1986). Menurut Davis dan Cornwell (1991), koagulan merupakan substansi kimia yang dimasukkan ke dalam air untuk menghasilkan efek koagulasi.

Koagulasi terjadi karena adanya interaksi antara koagulan dengan kontaminan seperti partikel koloid. Proses koagulasi dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain pH, dosis koagulan, serta kekeruhan larutan. Koagulasi adalah proses penambahan koagulan pada air baku yang menyebabkan terjadinya destabilisasi dari partikel koloid agar terjadi agregasi dari partikel yang telah terdestabilisasi tersebut. Penambahan koagulan membuat kestabilan koloid dapat dihancurkan sehingga partikel koloid dapat menggumpal dan membentuk partikel dengan ukuran yang lebih besar, sehingga dapat dihilangkan pada unit sedimentasi. Terdapat empat mekanisme destabilisasi partikel, yaitu (i) pemampatan lapisan ganda, (ii) adsorpsi untuk netralisasi muatan, (iii) penjebakan partikel dengan koagulan, serta (iv) adsorpsi dan pembentukan jembatan antar partikel melalui penambahan polimer (Rachmawati, 2009).

Derajat keasaman (pH) adalah salah satu faktor terpenting yang mempengaruhi proses koagulasi. Bila proses koagulasi dilakukan tidak pada rentang pH optimum, maka akan

mengakibatkan gagalnya proses pembentukan flok dan rendahnya kualitas air yang dihasilkan. Kisaran pH yang efektif untuk koagulasi dengan tawas pada pH 5,5–8,0 (Rachmawati, 2009).

Ada tiga hal penting yang harus diperhatikan pada suatu koagulan, yaitu:

1. Kation bervalensi tiga (trivalen). Kation trivalen merupakan kation yang paling efektif untuk menetralkan muatan listrik koloid.
2. Tidak beracun (toksik). Persyaratan ini diperlukan untuk menghasilkan air atau air limbah hasil pengolahan yang aman.
3. Tidak larut dalam kisaran pH netral. Koagulan yang ditambahkan harus terpresipitasi dari larutan, sehingga ion-ion tersebut tidak tertinggal dalam air.

Menurut Hammer (1986), bahan kimia yang digunakan sebagai koagulan adalah kapur, alum, dan polielektrolit (organik sintesis). Polielektrolit dapat berupa kation, anion, nonionik dan *Miccellaneous* (Liu dan Liptak, 2000). Garam-garam besi seperti feri klorida (FeCl_3) dan besi sulfat ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) dapat dipergunakan pula sebagai koagulan (Davis dan Cornwell, 1991).

Menurut Wenbin et al. (1999), pada saat ini ada dua macam koagulan yang banyak digunakan adalah koagulan anorganik dan koagulan organik. Alumunium sulfat dan *poly alumunium chloride* (PAC) merupakan koagulan anorganik dengan produksi terbanyak. Menurut Suciastuti dan Sutrisno (1987), alumunium sulfat biasanya disebut juga sebagai tawas. Bahan ini banyak dipakai, karena efektif untuk menurunkan kadar karbonat. Bahan ini paling ekonomis (murah) dan mudah didapat pada pasaran serta mudah disimpan. Menurut Alaerts (1987), alum dalam air akan mengalami proses hidrolisis menurut reaksi umum adalah sebagai berikut:



Menurut Davis dan Cornwell (1991), alum padat komersil ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$) mempunyai bobot molekul 594. Komposisi alum padat terdiri 48,8 persen alum (8.3% Al_2O_3) dan 51.2 persen air.

Menurut Kurniawan (2005), penambahan alum pada air lindi (cairan sampah) dengan dosis 15 mg/L hingga 80 mg/L dapat menurunkan kekeruhan sebesar 64,43 persen hingga 87,20 persen dan menurunkan warna sebesar 40,50 persen hingga 73.97 persen, dan menurut Pujiantoro (1995), penambahan alum pada penanganan primer limbah cair industri rayon dengan dosis 100 mg/L hingga 400 mg/L dapat menurunkan kekeruhan sebesar 76 persen hingga 90 persen. Proses koagulasi – flokulasi dengan koagulan alum, kisaran pH yang mungkin adalah pada pH 5 hingga pH 8 (Davis dan Cornwell, 1991).

Menurut Said (2009), PAC merupakan koagulan anorganik yang tersusun dari polimer makromolekul yang mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: (1) tingkat adsorpsi yang kuat, (2) mempunyai kekuatan lekat, (3) pembentukan flok-flok yang tinggi dengan dosis kecil dan (4) tingkat sedimentasi cepat. Keunggulan lainnya adalah cakupan penggunaan yang luas. Oleh karena itu, produk ini adalah suatu agen dalam proses penjernihan air dengan efisiensi tinggi, cepat dalam proses pengolahan air, aman dan konsumsi konsentrasi yang rendah.

Senyawa PAC mempunyai karakteristik tertentu, seperti: titik didih lebih dari 100°C, titik beku -12°C, *specific gravity* 1.36-1.38, larut dalam air dan stabil di bawah kondisi biasa PAC dapat digunakan dengan interval dosis yang luas dan sangat cocok untuk beranekaragam kekeruhan, kebiasaan, dan jumlah bahan organik di dalam air. Apabila dibandingkan dengan aluminium sulfat, PAC mempunyai efek koagulasi yang lebih baik, sangat cocok digunakan pada temperatur rendah ($T < 10^{\circ}\text{C}$), flok terbentuk sangat cepat, serta memiliki waktu singkat untuk bereaksi dan mengendap (Wenbin et al., 1999).

Beberapa keuntungan koagulan PAC adalah selain sangat baik untuk menghilangkan kekeruhan dan warna, memadatkan dan menghentikan penguraian flok, membutuhkan kebiasaan rendah untuk hidrolisis, sedikit berpengaruh pada pH, menurunkan atau menghilangkan kebutuhan penggunaan polimer, serta mengurangi dosis koagulan sebanyak 30–70% (Eaglebrook Inc., 1999). Menurut Kurniawan (2005), Proses koagulasi – flokulasi dengan koagulan PAC akan menurunkan

kadar COD 40 – 70% dengan perlakuan pH dibawah 6.5 (Klimiuk *et al.*, 1999).

Feri Klorida ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) merupakan koagulan utama dalam proses koagulasi limbah cair industri. Reaksi hidrolisis feri klorida mirip dengan reaksi hidrolisis alum. Pemakaian feri klorida terbatas untuk penanganan beberapa limbah cair industri. Feri klorida dibuat dari reaksi klorinasi besi, tersedia dalam bentuk padatan atau cairan dan sangat korosif (Hammer, 1986).

Menurut Davis dan Cornwell (1991), besi dapat diperoleh dari garam sulfat $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ atau garam klorida $\text{FeCl}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ yang tersedia dalam bentuk padatan atau larutan. Reaksi FeCl_3 dalam air yang mengandung alkalinitas adalah sebagai berikut :



Dan reaksinya dalam air yang tidak mengandung alkalinitas adalah:



Pembentukan asam klorida akan menurunkan pH.

2.7 Sedimentasi

Sedimentasi adalah pemisahan padatan dari suatu zat cair menggunakan proses pengendapan secara gravitasi untuk menyisahkan padatan (*suspended solid*) (Masduqi dan Assomadi, 2012). Pengendapan sebuah partikel diskrit di dalam air hanya dipengaruhi oleh karakteristik air dan partikel yang bersangkutan dan dapat diterangkan dengan rumus-rumus sederhana dalam mekanika fluida. Yang dimaksud dengan partikel diskrit adalah partikel yang tidak mengalami perubahan bentuk, ukuran maupun berat selama partikel tersebut mengendap (Salim *et al.*, 2010). Partikel diskrit menurut Reynolds (1996) disebutkan sebagai partikel yang tidak mengalami perubahan bentuk, ukuran, maupun berat pada saat mengendap, partikel mengendap secara gravitasi (*free settling*) tanpa adanya interaksi antar partikel. Proses sedimentasi untuk mengendapkan partikel diskrit digunakan sedimentasi tipe pertama biasanya dilakukan pada unit prasedimentasi.

Proses pengendapan partikel berlangsung semata-mata akibat pengaruh gaya partikel atau berat sendiri partikel.

Pengendapan terjadi karena adanya interaksi gaya-gaya di sekitar partikel, yaitu gaya drag dan gaya impelling. Massa partikel menyebabkan adanya gaya drag dan diimbangi oleh gaya impelling, sehingga kecepatan pengendapan partikel konstan. Pengendapan akan berlangsung sempurna apabila aliran dalam keadaan tenang atau *laminar flow* (Salim *et al.*, 2010; Masduqi dan Assomadi, 2012).

2.8 Filtrasi

Filtrasi adalah suatu proses pemisahan zat padat dari fluidanya dengan bantuan media berpori atau bahan berpori lain. Selain filtrasi bermanfaat untuk memisahkan sebanyak mungkin zat padat halus yang tersuspensi dan koloid, juga dapat mereduksi kandungan bakteri, menghilangkan warna, bau, besi, dan mangan (Masduqi dan Assomadi, 2012)

Menurut Reynolds (1996), proses filtrasi merupakan pemisahan padatan dan cairan, dengan mengalirkan air melalui media berpori guna memisahkan zat padat tersuspensi halus yang ada. Teori lain yang mendukung adalah teori dari Huisman (1974), yang menyatakan bahwa filtrasi adalah proses perbaikan, dimana air diolah melewati suatu substansi berpori. Dan selama proses filtrasi berlangsung kualitas air akan berubah akibat terpisahnya bahan tersuspensi dan koloid, tereduksi jumlah bakteri dan organisme lain serta terjadinya perubahan dalam jumlah kandungan zat kimia yang terkandung di dalamnya.

Menurut Huisman (1974), mekanisme dalam proses filtrasi adalah:

- a. *Mechanical Straining/Screening*
adalah proses penyaringan partikel tersuspensi lolos melalui lubang diantara butiran media pasir. Pada umumnya proses ini berlaku bagi partikel yang berukuran setidaknya 100 μm .
- b. Sedimentasi
Merupakan proses pemisahan antara padatan tersuspensi dan cair secara gravitasi
- c. Difusi
Merupakan gerak acak dari partikel yang disebabkan molekul sekelilingnya,
- d. Adsorpsi

Adsorpsi mampu menghilangkan partikel yang lebih kecil dari partikel tersuspensi seperti partikel koloid dan molekul kotoran terlarut yang berasal dari bahan anorganik maupun organik yang terendapkan. Adsorpsi disebabkan oleh daya tarik menarik antar molekul apabila zat tersebut bersentuhan..

e. Aktivitas Kimia

Di dalam filter terdapat aktivitas kimia, dimana senyawa yang terkandung pecah menjadi lebih sederhana dan tidak berbahaya.

f. Aktivitas Biologis

Aktivitas ini disebabkan oleh mikroorganisme yang hidup di dalam media filter. Secara alamiah mikroorganisme terdapat di dalam air tertahan oleh butiran filter. Mikroorganisme ini berkembang biak pada media filter, dan dengan sumber makanan yang berasal dari bahan organik dan inorganik yang mengendap pada butiran media filter.

Menurut Masduqi dan Assomadi (2012), tipe filter dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis , yaitu:

a. Berdasarkan Sistem Kontrol Kecepatan

- *Constant rate*

Debit hasil proses filtrasi konstan sampai pada level tertentu. Hal ini dilakukan dengan memberikan kebebasan kenaikan level muka air di atas media filter.

- *Declining rate* atau *constants head*

Debit hasil proses filtrasi menurun seiring dengan waktu filtrasi, atau level muka air diatas media filter dirancang pada nilai yang tetap.

b. Berdasarkan Arah Aliran

- Filter aliran *down flow* (kebawah)

- Filter aliran *upflow* (keatas)

- Filter aliran *horizontal*.

c. Berdasarkan Sistem Pengaliran

- Filter dengan aliran grafitasi (*grafity filter*)

- Filter dengan aliran bertekanan (*pressure filter*)

Media filter dapat tersusun dari pasir silika alami, anthrasit, atau pasir garnet. Media ini umumnya memiliki variasi

dalam ukuran, bentuk dan komposisi kimia. Pemilihan media filter yang akan digunakan dilakukan dengan analisa ayakan (sieve analysis). Hasil ayakan suatu media filter digambarkan dalam kurva akumulasi distribusi untuk mencari ukuran efektif dan keseragaman media yang diinginkan.

Effective Size (ES) atau ukuran efektif media filter adalah ukuran media filter bagian atas yang dianggap paling efektif dalam memisahkan kotoran yang besarnya 10 % dari total kedalaman lapisan media filter atau 10 % dari fraksi berat, ini sering dinyatakan sebagai P10 (persentil 10). P10 yang dapat dihitung dari ratio ukuran rata-rata dan standar deviasinya.

Uniformity Coefficient (UC) atau koefisien keseragaman adalah angka keseragaman media filter yang dinyatakan dengan perbandingan antara ukuran diameter pada 60 % fraksi berat terhadap ukuran (size).

2.7.1 Arang Aktif

Arang aktif atau karbon aktif adalah material yang berbentuk bubuk yang berasal dari material yang mengandung karbon misalnya batubara dan tempurung kelapa. Adapun menurut Mifbakhuddin (2010) arang aktif atau karbon aktif adalah karbin yang diproses sedemikian rupa sehingga pori-porinya terbuka, dengan demikian karbon aktif mempunyai daya serap yang tinggi. Keaktifan daya menyerap dari karbon aktif tergantung dari jumlah senyawa karbonnya yang berkisar antara 85% sampai 95% karbon bebas. Arang aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif (melakukan pemilihan),tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Daya serap arangaktif sangat besar, yaitu 25-100% terhadap berat arang aktif. (Kumalasari dan Satoto,2011).Adapun keuntungan dari pemakaian karbon aktif sebagai media filter adalah:

- Pengoperasian mudah karena air mengalir dalam media karbon.
- Proses berjalan cepat karena ukuran butir karbon relatif lebih besar.
- Karbon tidak tercampur dengan lumpur, sehingga dapat dilakukan regenerasi.

Secara Umum dalam pembuatan karbon aktif terdapat dua tingkatan proses yakni:

1. Proses pengarangan (karbonisasi)

Proses pembentukan arang dari bahan baku. Karbonisasi yang sempurna dilakukan dengan pemanasan bahan baku tanpa adanya abu bara hingga temperatur yang cukup tinggi untuk mengeringkan dan menguapkan senyawa dalam karbon. Hasil yang diperoleh biasanya kurang aktif dan hanya memiliki luas permukaan beberapa meter persegi, sehingga karbon aktif dapat juga dibuat dengan cara lain yaitu dengan mengkarbonisasi bahan baku yang telah dicampur dengan garam dehidrasi atau zat yang dapat mencegah terbentuknya tar, misalnya $ZnCl_2$, $MgCl_2$, dan $CaCl_2$.

2. Proses Aktivasi

Proses mengubah karbon yang mempunyai daya serap rendah menjadi daya serap tinggi. Untuk menaikkan luas permukaan dan memperoleh karbon yang berpori. Karbon diaktivasi dapat dilakukan melalui beberapa cara seperti menggunakan uap panas, gas karbondioksida atau penambahan bahan kimia sebagai aktivator. (Said, 2007)

2.7.2 Antrasit

Menurut Yunita (2000), Antrasit merupakan batubara paling tinggi tingkatan yang mempunyai kandungan karbon lebih dari 93% dan kandungan zat terbang kurang dari 10%. Antrasit umumnya lebih keras, kuat dan seringkali berwarna hitam mengkilat seperti kaca. Kinerja Antrasit Sebagai Filter Media :

- Mengangkut kekeruhan pada rongga-rongga luar (void external)
- Berbeda dengan karbon aktif yang mengabsorpsi kotoran pada rongga-rongga dalam (void internal), maka antrasit menahan kotoran-kotoran pada rongga-rongga luar antar partikel.
- Mengangkat kotoran lebih besar dibanding pasir silica maka antrasit mempunyai rongga-rongga luar lebih besar sehingga bisa banyak mengangkat kotoran.
- Menfilter dari atas sampai bawah

- Filter silica bekerja hanya pada lapisan atas bed, sedangkan antrasit bisa menfilter dari atas sampai bawah lapisan bed.
- Mudah untuk dibersihkan (back wash)
- Mempunyai ketahanan tinggi terhadap bahan kimia.

2.9 Saringan Pasir Cepat (Rapid Sand Filter)

Rapid sand filter didesain untuk mengoptimalkan seluruh kedalaman lapisan filter untuk penyisihan partikulat sehingga bisa digunakan untuk mengolah air baku yang tingkat keseluruhannya lebih tinggi. *Rapid sand filter* sangat efektif digunakan untuk menyisihan material tersuspensi dari air yang akan diolah. *Rapid sand filter* biasanya digunakan setelah melalui pengolahan pendahuluan yang berupa sedimentasi, dimana sedimentasi berfungsi untuk mengendapkan partikulat di dalam air baku. Setelah melalui *rapid sand filter*, kualitas air disempurnakan lagi dengan proses desinfeksi. *Rapid sand filter* membutuhkan area yang lebih kecil dibandingkan dengan slow sand filter dengan teknologi yang telah dikenal cukup luas.

Pada *rapid sand filter*, polutan akan tertahan di permukaan media dan akan menyumbat pori antar media. Hal ini menyebabkan meningkatnya headloss di atas permukaan filter. Hal tersebut dapat menyebabkan penurunan kinerja filter, sehingga diperlukan adanya pencucian/*backwash* (Sari, 2014).

Kriteria desain dibuat untuk memberikan kemudahan dalam mendesain penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Rapid sand filter memiliki kecepatan filtrasi cepat antara 4 hingga 21 m/jam (Reynolds, 1996). Penggunaan filter ini selalu didahului dengan proses koagulasi-flokulasi dan pengendapan untuk memisahkan padatan tersuspensi. Apabila kekeruhan yang ada di air baku sebesar 5 – 10 NTU maka efisiensi penurunan kekeruhan dapat mencapai 90 – 98%. Bagi-bagian dalam unit rapid sand filter antara lain:

1. Bak filter, merupakan tempat proses filtrasi berlangsung dengan jumlah dan ukuran bak bergantung dari debit pengolahan yang akan digunakan.

2. Media filter, merupakan bahan yang digunakan untuk proses filtrasi berbentuk butir/granular yang membentuk pori di atas butiran media. Pada pori inilah air akan mengalir dan terjadi proses filtrasi atau penyaringan.
3. Sistem underdrain, merupakan sistem penyaluran air yang telah melewati proses filtrasi yang letaknya berada di bawah media filter. Underdrain sendiri terdiri dari *orifice*, *lateral*, dan *manifold*.

Penggunaan rapid sand filter bertujuan untuk meningkatkan kualitas air, mengubah secara cepat air sungai yang keruh menjadi air bersih dengan kandungan suspended matter kurang dari 0,5 gram/m³ atau sesuai dengan standar kualitas air minum yang berlaku (Huisman and Wood, 1974). Hasil pengolahan rapid sand filter dinyatakan dalam dua parameter yaitu:

1. Lama filterrun (Tq) adalah selama kita bisa mendapatkan kualitas effluent seperti yang diharapkan.
2. Lama filterrun (Tr) adalah selama headloss kurang dari nilai maksimum yang diperbolehkan

Sedangkan Tq dan Tr tergantung dari dua variabel yaitu:

1. Komposisi fisik, kimia, dan bakteriologi dari air baku yang akan diolah.
2. Filtration rate dan komposisi dari filterbed, ketebalan bed, ukuran media berbutir, distribusi media berbutir dan komposisi dari material filter (Huisman and Wood, 1974).

Menurut Huisman and Wood (1974) di dalam penelitian Sari (2014), mekanisme penting pada rapid sand filter adalah mekanisme perpindahan dan penempelan. Mekanisme perpindahan pada rapid sand filter ada 4, yaitu:

1. Interception (intersep)
Aliran air cukup besar sehingga partikel akan terperangkap, menempel, dan menutupi permukaan media filter.
2. Sedimentasi
Partikel mengalami gaya gravitasi dan kecepatan pengendapan sehingga partikel mengendap pada permukaan media.

3. Inertial (inersia)

Mekanisme ini terjadi pada saat partikel memiliki ukuran dan berat yang berbeda. Hal ini mengakibatkan partikel akan menempel pada permukaan media disebabkan adanya gaya inersia. Mekanisme ini terjadi pada partikel dengan ukuran besar yang bergerak cukup cepat dan berbenturan sehingga menempel pada media filter. Berdasarkan mekanisme tersebut, efektifitas filtrasi akan semakin baik apabila ukuran partikel semakin besar. Hal ini disebabkan oleh adanya mekanisme sedimentasi dan intersep.

4. Difusi

Filtrasi dapat terjadi pada partikel yang berukuran sangat kecil seperti virus dikarenakan gerak aliran air yang random (gerak brown). Partikel akan bergesekan kemudian menempel pada media filter. Mekanisme ini hanya berlaku apabila ukuran partikel kurang dari 1 mikron. Efektifitas filtrasi dapat meningkat dengan menurunnya ukuran partikel. Hal ini disebabkan karena pada filtrasi terjadi proses difusi (Sumada, 2013).

Sedangkan mekanisme penempelan pada rapid sand filter ada 3, yaitu:

1. Gaya Van der Waals
2. Adhesi
3. Elektrostatik

2.10 Adsorpsi

2.10.1 Mekanisme Adsorpsi

Proses adsorpsi dapat berlangsung jika padatan atau molekul gas atau cair dikontakkan dengan molekul-molekul adsorbat, sehingga didalamnya terjadi gaya hidrostatis dan gaya ikatan hidrogen yang bekerja diantara molekul seluruh material. Gaya-gaya yang tidak seimbang menyebabkan perubahan-perubahan konsentrasi molekul pada interface solid/fluida. Molekul fluida yang diserap tetapi tidak terakumulasi/melekat ke permukaan adsorben disebut adsorptif sedangkan yang terakumulasi/melekat disebut adsorbat (Ginting, 2008).

Proses adsorpsi menunjukkan dimana molekul akan meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat reaksi kimia dan fisika. Proses adsorpsi tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi, sifat antar molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain (Khairunisa, 2008).

2.10.2 Jenis Adsorpsi

Berdasarkan kekuatan dalam berinteraksi, adsorpsi dapat dibedakan menjadi 2, yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia.

1. Adsorpsi fisika terjadi bila gaya intermolekular lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Gaya ini disebut gaya Van der Waals sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Gaya antar molekul adalah gaya tarik antara molekul-molekul fluida dengan permukaan padat, sedangkan gaya intermolekular adalah gaya tarik antar molekul-molekul fluida itu sendiri (Sudirjo, 2005).
2. Adsorpsi kimia terjadi karena adanya pertukaran atau pemakaian bersama elektron antara molekul adsorbat dengan permukaan adsorben sehingga terjadi reaksi kimia. Ikatan yang terbentuk antara adsorbat dengan adsorben adalah ikatan kimia dan ikatan itu lebih kuat daripada adsorpsi fisika (Bansal, 2005).

2.10.3 Faktor Yang Mempengaruhi Proses Adsorpsi

Dalam proses adsorpsi banyak faktor yang dapat mempengaruhi laju proses adsorpsi dan banyaknya adsorbat yang dapat dijerap. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi sebagai berikut:

a. Agitasi

Agitasi adalah keadaan bergolak atau bisa disebut turbulen. Laju proses adsorpsi dikendalikan oleh difusi lapisan dan difusi pori, tergantung pada keadaan larutan, tenang atau bergolak/turbulen.

- b. **Karakteristik Adsorben**
Karakteristik adsorben yang mempengaruhi laju adsorpsi adalah ukuran dan luas permukaan partikel. Semakin kecil adsorben maka laju adsorpsi akan semakin cepat, sementara semakin luas permukaan adsorben maka jumlah partikel adsorbat yang diserap akan semakin banyak.
- c. **Kelarutan Adsorbat**
Proses adsorpsi terjadi saat adsorbat terpisah dari larutan dan menempel di permukaan adsorben. Partikel adsorbat yang terlarut memiliki afinitas yang kuat. Tetapi ada pengecualian, beberapa senyawa yang sedikit larut sulit untuk diserap, sedangkan ada beberapa senyawa yang sangat larut namun mudah untuk diserap.
- d. **Ukuran Pori Adsorben**
Ukuran pori merupakan salah satu faktor penting dalam proses adsorpsi, karena senyawa adsorbat harus masuk ke dalam pori adsorben. Proses adsorpsi akan lancar apabila ukuran pori dari adsorben cukup besar untuk dapat memasukan adsorbat ke dalam pori adsorben. Kebanyakan air limbah mengandung berbagai ukuran partikel adsorbat. Keadaan ini dapat merugikan, karena partikel yang lebih besar akan menghalangi partikel kecil untuk dapat masuk ke dalam pori adsorben. Akan tetapi gerakan konstan dari partikel adsorbat dapat mencegah terjadinya penyumbatan. Gerakan partikel kecil yang cepat membuat partikel adsorbat yang lebih kecil akan terdifusi lebih cepat ke dalam pori (Bansal, 2005).
- e. **pH**
pH memiliki pengaruh yang besar terhadap tingkat proses adsorpsi, disebabkan ion hidrogen dapat menyerap dengan kuat, selain itu pH juga dapat mempengaruhi ionisasi. Senyawa organik asam lebih mudah diadsorpsi pada suasana pH rendah, sedangkan senyawa organik basa lebih mudah diadsorpsi pada suasana pH tinggi. Nilai optimum pH bisa ditentukan dengan melakukan pengujian di laboratorium.

- f. Temperatur
Temperatur dapat mempengaruhi laju adsorpsi. Laju adsorpsi akan meningkat dengan meningkatnya temperatur, begitu pula sebaliknya. Proses adsorpsi merupakan proses eksotermik, maka derajat adsorpsi akan meningkat saat temperatur rendah dan turun pada temperatur tinggi.
- g. Waktu Kontak
Waktu kontak mempengaruhi banyaknya adsorbat yang terserap, disebabkan perbedaan kemampuan adsorben dalam menyerap adsorbat berbeda-beda (Low, 1995). Kondisi ekuilibrium akan dicapai pada waktu yang tidak lebih dari 150 menit, setelah waktu itu jumlah adsorbat yang terserap tidak signifikan berubah terhadap waktu (Hong, 2008).

2.11 Penelitian Terdahulu

Sumber	Variabel	Parameter	Hasil
Rakhmawati (2012)	Dosis koagulan	COD	Penurunan kadar COD dengan pembubuhan tawas mencapai 87,5%. Dengan td 2 jam dalam bak pengendap, flok dapat mengendap didasar bak.
Rosariawari dan Mirwan (2005)	Jenis Koagulan	Kekeruhan	koagulan Tawas mampu menyisihkan kekeruhan sebanyak 61,48 %, menyisihkan TSS sebesar 57,5 %. Sedangkan koagulan PAC diperoleh penyisihan kekeruhan sebesar 58,52 %, penyisihan TSS sebesar 52,5 %

Sumber	Variabel	Parameter	Hasil
Anugrah (2013)	Jenis koagulan, dosis koagulan,	Kekeruhan	Penurunan kekeruhan dengan menggunakan koagulan campuran tawas dan PAC efektif mencapai 88% untuk kekeruhan rendah dan 95% untuk kekeruhan tinggi
Oktaviana (2007)	Media filter arang aktif	COD, warna, TSS	Penurunan parameter pencemar dengan menggunakan arang aktif untuk COD mencapai 75%, TSS 65%. Serta waktu efektif yang digunakan arang aktif untuk mengadsorpsi warna limbah menjadi bening adalah 15 menit.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Penelitian

Metode penelitian ini dibuat untuk memudahkan dalam penelitian serta berjalan sistematis sesuai dengan waktu yang ditentukan. Kerangka penelitian digunakan sebagai gambaran awal dalam tahap penelitian sehingga memudahkan dalam melakukan penelitian dan penulisan dalam laporan, memudahkan dalam memahami penelitian yang akan dilakukan dan sebagai pedoman dalam melakukan penelitian.

Penelitian ini akan mengolah limbah hasil cucian Jeans secara fisik kimiawi. Sampel air bekas pencucian diambil dari unit proses pencucian Jeans. Parameter yang diuji yakni COD, TSS, kekeruhan, dan warna. Variabel yang digunakan adalah variasi koagulan yang ditambahkan dan variasi media filter dalam proses filtrasi. Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium yang akan dilaksanakan di Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS. Berdasarkan uraian di atas maka dapat dilihat kerangka penelitian pada Gambar 3.1.

3.2 Ide Penelitian

Penelitian ini membahas tentang studi pengolahan air bekas pencucian Jeans dengan cara fisik kimiawi. Variabel dalam penelitian ini adalah variasi koagulan yang ditambahkan dan variasi media filter dalam proses filtrasi. Parameter yang akan diukur yakni COD, TSS, kekeruhan, dan warna.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur penelitian bertujuan untuk mendukung dan membantu ide penelitian serta meningkatkan pemahaman yang lebih jelas terhadap penelitian yang akan diteliti. Sumber literatur berasal dari jurnal penelitian nasional maupun internasional, *review journal*, disertasi, prosiding, *text book* dan dari peraturan. Literatur yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah karakterisasi limbah cucian Jeans, potensi pencemar air bekas cucian Jeans, pengolahan fisik kimia air limbah, reduksi COD, TSS, kekeruhan, dan warna, jenis-jenis koagulan, jenis-jenis media filter.

3.4 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui karakteristik air limbah yang akan dijadikan acuan dalam penurunan kadar COD, TSS, kekeruhan, dan warna dengan proses pengolahan fisik-kimia. Pada penelitian pendahuluan dilakukan sampling air limbah bekas pencucian jeans industri rumah tangga “X” Surabaya, kemudian sampel dianalisis kadar COD, TSS, kekeruhan, dan warna. Pengujian untuk masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Uji karakterisasi air limbah

No.	Parameter	Uji
1	COD	Titrimetri
2	TSS	Gravimetri
3	Kekeruhan	Turbidimetri
4	Warna	Spektrofotometri

Sumber: Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan ITS

Hasil pengujian yang telah dilakukan pada penelitian pendahuluan akan digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini.

3.5 Persiapan penelitian

3.5.1 Pembuatan Reaktor

Pada penelitian ini digunakan 1 buah reaktor bak koagulasi-flokulasi, reaktor bak pengendap, dan reaktor filter yang terbuat dari kaca dan dirancang pada skala laboratorium. Untuk reaktor bak koagulasi-flokulasi berbentuk persegi memakai sistem pengadukan dengan ukuran yang disesuaikan dengan debit dan kecepatan pengadukan untuk setiap bak pengaduk cepat dan lambat. Ukuran reaktor bak koagulasi, bak flokulasi dan bak filter disesuaikan dengan hasil perhitungan. Untuk reaktor filter terdapat 2 buah dengan masing-masing reaktor akan dibedakan berdasarkan jenis media yang dipakai yaitu media antrasit dan media arang aktif, kedua media tersebut mempunyai ukuran yang sama yakni 6-8 mesh atau sekita 2-5 mm. Reaktor filter berbentuk persegi panjang dengan ketentuan luas alas 9 x 9 cm dengan tinggi media 68 cm. Pada pengolahan limbah air limbah bekas pencucian jeans ini digunakan aliran down flow. Ketinggian muka air diatas media sebesar 10 cm serta terdapat

media penyangga berupa kerikil dengan tinggi 10 cm. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.2. sedangkan perhitungan detail reaktor terdapat pada lampiran.

3.5.2 Analisis Jarrest

Analisis jarrest dilakukan untuk mendapatkan dosis koagulan optimum pengolahan air limbah bekas pencucian jeans. Langkah awal yang dilakukan yaitu analisis parameter kekeruhan untuk menentukan variasi dosis koagulan yang akan ditambahkan. Pada analisis ini terdapat 3 variasi yakni tawas, PAC, dan tawas + PAC (campuran). Berikut variasi penambahan dosis koagulan dapat dilihat pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Variasi Dosis Koagulan

Koagulan	Kekeruhan Air (NTU)	Variasi dosis koagulan (mg/L)
Tawas	≤ 70	10, 14, 18, 22, 26
	70 - 1000	10, 20, 30, 40, 50
PAC	≤ 70	10, 14, 18, 22, 26
	70 - 1000	10, 20, 30, 40, 50
Tawas-PAC 50 : 50	≤ 70	10, 14, 18, 22, 26
	70 - 1000	10, 20, 30, 40, 50

Sumber: (Anugrah, 2013)

Alat uji dioperasikan dengan kecepatan pengadukan 150 rpm selama 1 menit untuk proses koagulasi, sedangkan untuk proses flokulasi yaitu 50 rpm selama 10 menit. Kemudian dihentikan selama 10 menit untuk mengendapkan flok, kemudian sampel diambil untuk diukur penurunan nilai kekeruhannya (Anugrah, 2013).

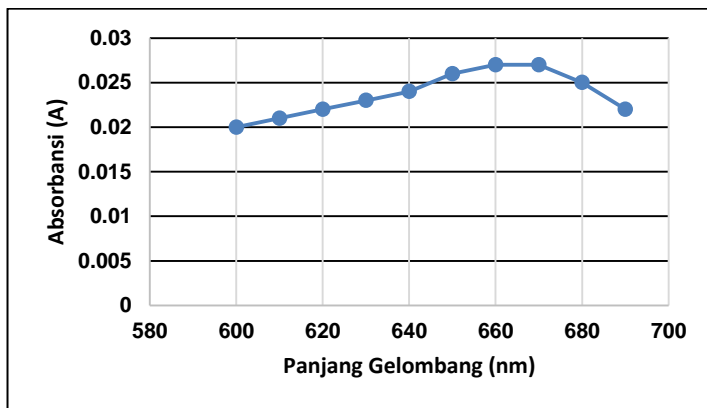
3.6 Pelaksanaan Penelitian

Setelah semua reaktor siap digunakan maka selanjutnya dilakukan running pada alat tersebut dengan menggunakan air limbah bekas pencucian jeans sebagai sampel. Running dilakukan dengan cara menuangkan air sampel ke dalam bak penampung 1 kemudian dialirkan menuju bak penampung 2 dengan tujuan untuk pengaturan debit yang masuk ke unit selanjutnya. Setelah itu dialirkan ke bak koagulasi sistem *paddle* yang telah ditambahkan koagulan melalui bak pembubuh koagulan kemudian dilanjutkan ke bak flokulasi yang

menggunakan sistem sama dengan bak koagulasi. Selanjutnya dialirkan ke bak pengendap untuk pengendapan flok kemudian menuju bak filtrasi dengan variasi dua media. Pengambilan sampel dilakukan pada outlet bak pengendap dan outlet bak filtrasi untuk dianalisis dari hasil running proses tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil analisis yang telah didapatkan pada awal penelitian sehingga dapat diketahui bagaimana kinerja reaktor yang digunakan serta besarnya penurunan COD, TSS, kekeruhan, dan warna pada limbah yang telah diolah.

3.7 Pengujian Warna

Kadar warna pada air limbah bekas pencucian tergolong pekat. Untuk mencari efisiensi removal warna pada air limbah bekas pencucian jeans, maka perlu adanya kalibrasi warna untuk mengetahui panjang gelombang optimum pada spektrofotometri yang digunakan sebagai pembaca larutan. Rentang panjang warna untuk warna biru adalah 450 – 550 (APHA, 2010).

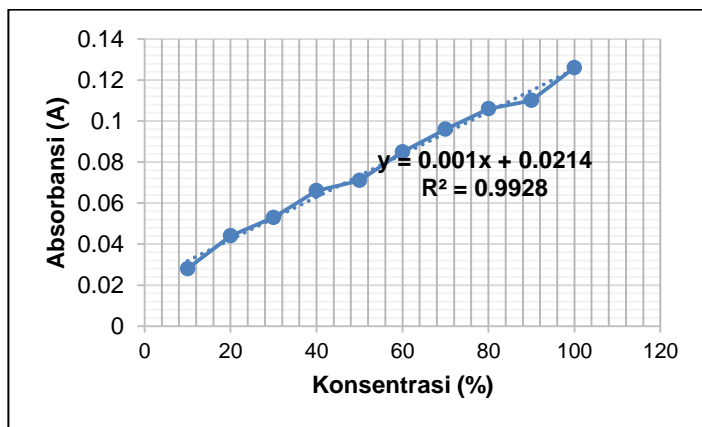


Gambar 3. 1 Hasil Absorbansi Panjang Gelombang Optimum

Fungsi alat spektrofotometer dalam laboratorium adalah mengukur transmittansi atau absorbansi suatu contoh yang dinyatakan dalam fungsi panjang gelombang. Prinsip kerja spektrofotometer adalah bila cahaya (monokromatik maupun campuran) jatuh pada suatu medium homogen, sebagian dari

sinar masuk akan dipantulkan, sebagian diserap dalam medium itu, dan sisanya diteruskan. Nilai yang keluar dari cahaya yang diteruskan dinyatakan dalam nilai absorbansi karena memiliki hubungan dengan konsentrasi sampel. Hukum Beer menyatakan absorbansi cahaya berbanding lurus dengan konsentrasi dan ketebalan ahan/medium (Miller, 2000). Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan untuk mengetahui ketika absorpsi mencapai maksimum sehingga meningkatkan prose absorpsi larutan terhadap sinar (Rohman, 2007).

Dari hasil pengamatan dilakukan sampai panjang gelombang 700 nm karena nilai absorbansi terus meningkat dalam rentang panjang gelombang 450 – 550 nm. Berdasarkan Gambar 3.1 didapatkan hasil panjang gelombang optimum sebesar 660 A. Pada pengukuran panjang gelombang optimum, dipilih panjang gelombang yang menghasilkan nilai aabsorbansi paling tinggi karena pada kondisi tersebut dianggap suatu zat memberikan penyerapan paling tinggi dimana dapat digunakan dalam penentuan konsentrasi larutan. Dari panjang gelombang optimum kemudian di buat kurva kalibrasi larutan standard untuk menentukan konsentrasi larutan pada penelitian ini. Dari Gambar 3.2 didapatkan persamaan regresinya adalah $y = 0,001x + 0,0214$.



Gambar 3.2 Kurva Kalibrasi Larutan Standar Warna Air Limbah Bekas Pencucian Jeans

Setelah didapatkan panjang gelombang optimum dan kalibrasi warna dari setiap konsentrasi limbah, lalu sampel dari effluen diukur absorbansi untuk dilihat berapa penurunan kadar warna dan efisiensi antara koagulan dan media filter. Pemilihan panjang gelombang optimum dengan

3.8 Blanko (Sampel Kontrol Tanpa Koagulan)

Dalam penelitian ini dilakukan analisis blanko tanpa pembubuhan koagulan yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan efisiensi penurunan COD, TSS, kekeruhan, dan warna pada filter yang terjadi dengan kondisi tanpa adanya penambahan koagulan. Pengambilan sampel dilakukan pada outlet bak pengendap dan outlet bak filtrasi.

3.9 Hasil dan Pembahasan

Analisis dan pembahasan didasarkan pada perbandingan antara studi literatur dengan hasil penelitian. Data tersebut meliputi hasil uji parameter air limbah rumah tangga sebagai parameter penurunan COD, TSS, kekeruhan, dan warna dari proses yang digunakan untuk pengolahan air bekas pencucian jeans. Hasil analisis data dan pembahasan ini juga akan menjawab tujuan penelitian yang telah dibuat. Hasil penelitian akan ditampilkan dalam bentuk grafik, tabel, maupun bentuk deskriptif.

3.10 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan disusun berdasarkan hasil analisis data penelitian dan pembahasan. Kesimpulan harus menjawab rumusan masalah dan sesuai dengan tujuan penelitian. Saran diperlukan sebagai penyempurnaan penelitian dan rekomendasi terhadap penelitian terkait untuk meminimalisasi kesalahan.

Latar Belakang/Kondisi Eksisting:

- Belum adanya pengolahan limbah jenas dalam industri tersebut.

Potensi Penelitian/Kondisi Ideal:

- Limbah air bekas cucian Jeans mengandung pewarna yang berbahaya jika dibuang langsung tanpa diolah terlebih dahulu.

Perumusan Masalah

Jenis koagulan dalam merecovery limbah air bekas cucian Jeans dan jenis media filter dalam proses filtrasi

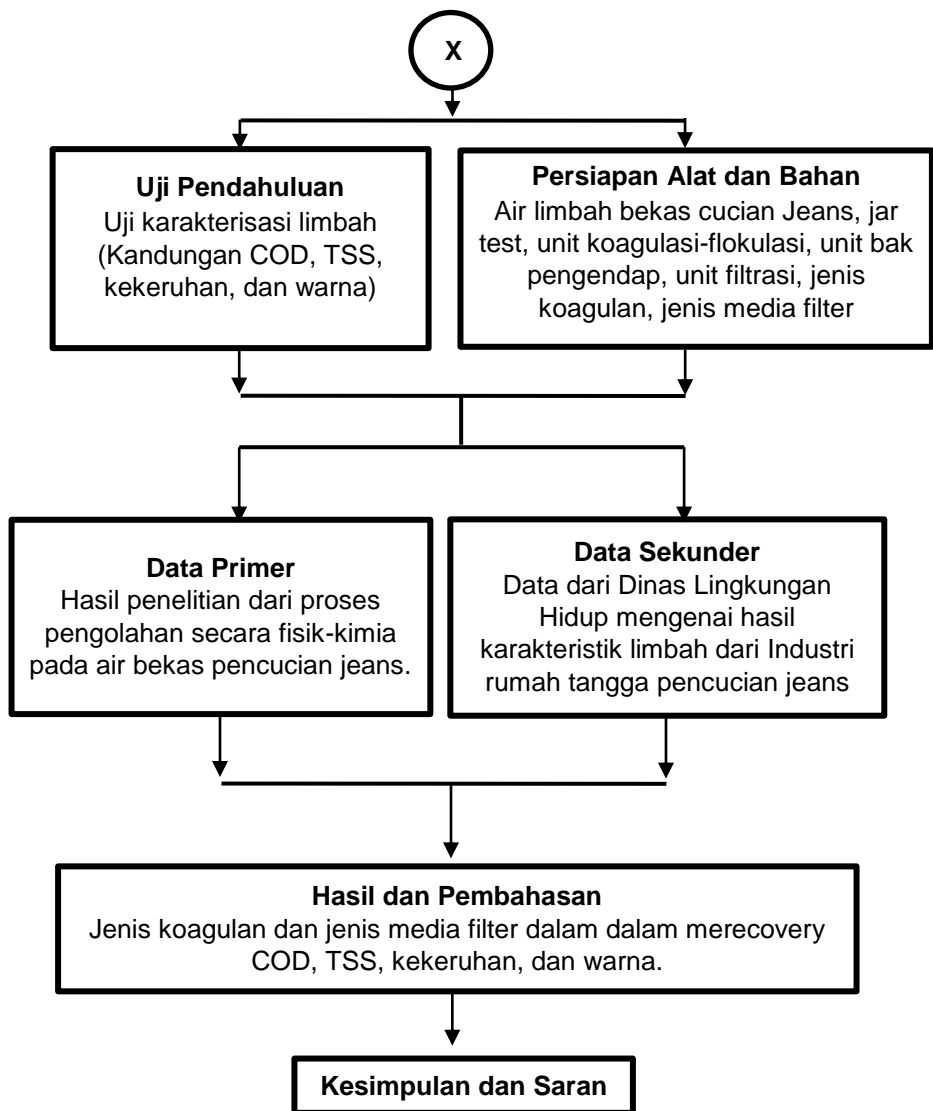
Ide Penelitian

Studi pengolahan air bekas cucian Jeans secara fisik-kimia skala laboratorium

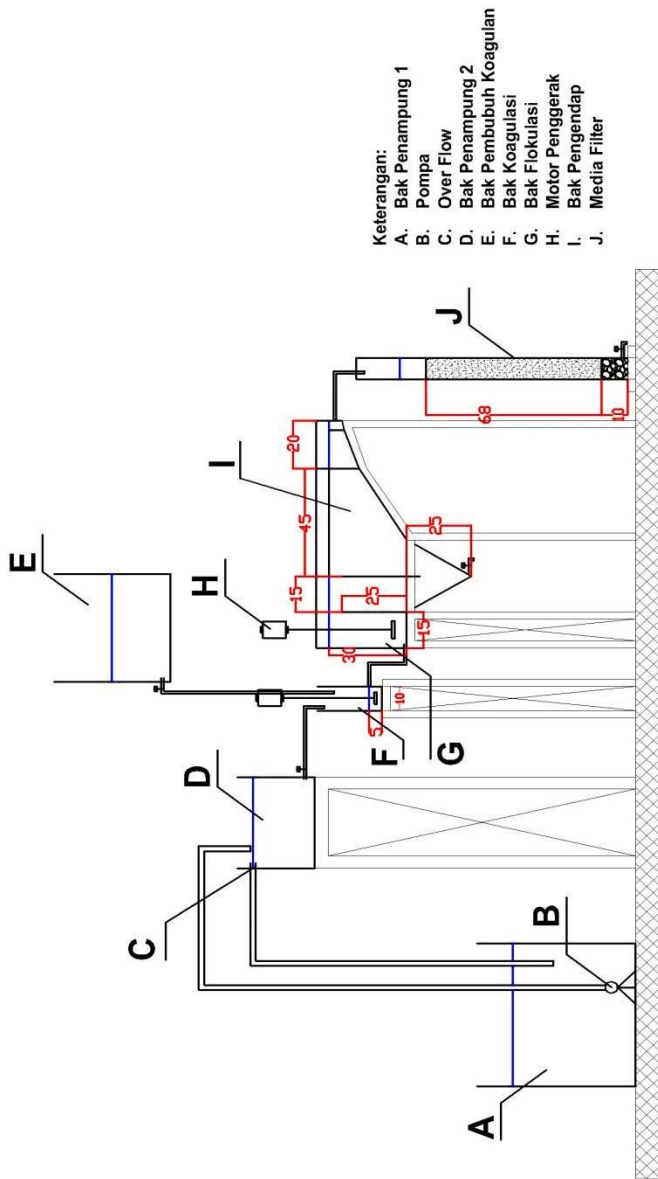
Tujuan Penelitian

Pengaruh jenis koagulan dan variasi media filter terhadap penurunan COD, TSS, kekeruhan, dan warna.

X



Gambar 3.3 Kerangka Penelitian



Gambar 3.4 Reaktor Untuk Penelitian

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis karakteristik awal air limbah bekas pencucian jeans dan menentukan variasi dosis koagulan. Variasi dosis koagulan dilakukan dengan uji kekeruhan sampel menggunakan alat turbidimetri.

4.1.1 Uji Karakteristik Awal Limbah

Penelitian ini diawali dengan menganalisis karakteristik awal air limbah bekas pencucian jeans. Karakteristik air limbah bekas pencucian jeans merupakan hal penting untuk mengetahui kandungan-kandungan yang terdapat dalam limbah yang akan diolah. Hasil dari penelitian pendahuluan ini akan dijadikan sebagai acuan pada penelitian utama. Sampel yang digunakan adalah air limbah bekas pencucian jeans industri rumah tangga “X” Surabaya dari bak penampung effluen. Hasil yang diperoleh dari penelitian awal karakteristik air limbah bekas pencucian jeans dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Uji Karakteristik Air Limbah Bekas Pencucian Jeans Industri Rumah Tangga “X” Surabaya

Parameter	Baku Mutu	Pengambilan			
		1	2	3	4
COD (Mg/L)	150	6000	3600	4400	3600
TSS (Mg/L)	50	444	300	336	480
Kekeruhan (NTU)	-	391	166	325	405
Warna (Absorbansi)	-	0,119	0,123	0,115	0,121

4.1.2 Uji Dosis Optimum Koagulan

Penentuan dosis optimum koagulan dilakukan dengan menggunakan metode *jar test*. Langkah awal yang dilakukan pada percobaan jar test adalah menyiapkan air sampel yang akan digunakan, kemudian sampel diuji kekeruhan untuk

menentukan variasi dosis koagulan yang ditambahkan. Pada uji kekeruhan ini didapatkan hasil yakni 210 NTU. Variasi koagulan yang ditambahkan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Variasi Dosis Koagulan

Koagulan	Kekeruhan Air (NTU)	Variasi dosis koagulan (mg/L)
Tawas	70 - 1000	10, 20, 30, 40, 50
PAC	70 - 1000	10, 20, 30, 40, 50
Tawas dan PAC	70 - 1000	10, 20, 30, 40, 50

Sumber: (Anugrah, 2013)

Alat uji dioperasikan dengan kecepatan pengadukan 150 rpm selama 1 menit untuk proses koagulasi, sedangkan untuk proses flokulasi yaitu 50 rpm selama 10 menit. Tujuan pengadukan cepat adalah mencampur koagulan hingga merata ke dalam air limbah bekas pencucian jeans. Pada pengadukan lambat terjadi proses penggabungan partikel-partikel kecil menjadi besar akibat adanya tumbukan antar partikel yang disebut dengan flok. Kecepatan pengadukan diturunkan bertujuan agar flok yang terbentuk tidak pecah kembali. Tahap terakhir yaitu pengadukan dihentikan selama 10 menit untuk mengendapkan flok. Setelah pengendapan 10 menit, sampel diambil untuk diukur penurunan nilai kekeruhannya. Hasil pengukuran nilai kekeruhan setiap variasi koagulan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Penurunan Kekeruhan dengan Variasi Dosis Koagulan

Koagulan	Dosis (Mg/L)	Kekeruhan (NTU)
Tawas	10	13,1
	20	12,7
	30	12,4
	40	11,9
	50	11,3
	60	11,7

Koagulan	Dosis (Mg/L)	Kekeruhan (NTU)
PAC	10	11,5
	20	11,2
	30	10,9
	40	10,5
	50	10,1
	60	10,7
Tawas dan PAC	5 + 5	12,6
	10 + 10	12,4
	15 + 15	11,8
	20 + 20	11,4
	25 + 25	11,2
	30 + 30	11,1
	35 + 35	10,5
	40 + 40	11,0

Dosis optimum yang digunakan adalah yang menghasilkan kekeruhan terendah. Berdasarkan Tabel 4.3 maka didapatkan hasil dosis optimum masing-masing koagulan yakni, tawas 50 mg/L, PAC 50 mg/L, dan campuran tawas dengan PAC masing-masing 35 mg/L. Dosis optimum penambahan koagulan ini digunakan untuk penelitian utama ketika menjalankan proses pengolahan dari mulai unit koagulasi-flokulasi hingga filtrasi.

4.2 Penurunan Kadar COD dengan Media Antrasit dan Karbon Aktif

Analisa efisiensi reaktor dilakukan pada 2 titik efluen (Lihat Gambar 3.2 pada Bab 3), yaitu pada efluen sedimentasi dan pada efluen filtrasi. Pengamatan dilakukan dengan menganalisa parameter COD, TSS, kekeruhan dan warna setiap kali selesai menjalankan reaktor untuk melihat penurunan setiap parameter dan efisiensi setiap unit reaktor.

Kadar COD dalam air limbah bekas pencucian jeans tergolong sangat tinggi, dengan menggunakan unit koagulasi flokulasi dibantu variasi koagulan, yakni tawas 50 mg/L, PAC 50 mg/L dan campuran tawas PAC masing-masing 25 mg/L diikuti dengan media filter antrasit dan karbon aktif menghasilkan persentase penurunan kadar COD yang baik. Media filter yang dipakai berukuran 6-8 mesh. Sehingga tidak dilakukan pengolahan dengan menggunakan diameter media yang berbeda. Pada Tabel 4.4 dan Gambar 4.1 berikut dapat dilihat adanya pengaruh penurunan parameter COD dengan media antrasit dan karbon aktif, dimana perbandingan ini dipengaruhi juga dengan koagulan yang ditambahkan.

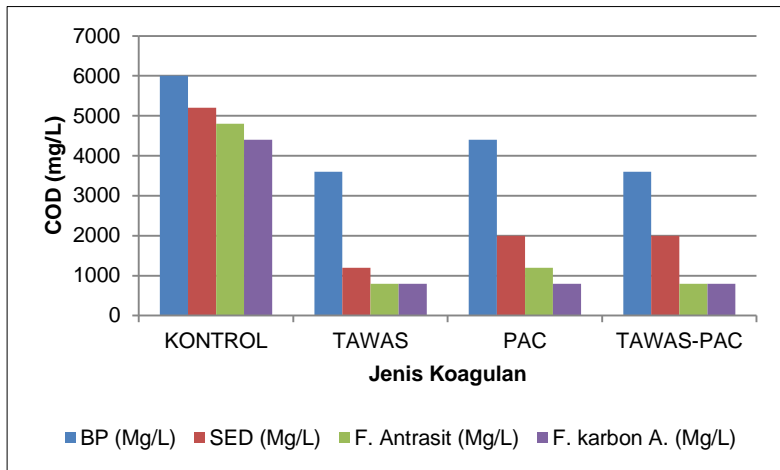
Tabel 4.4 Penurunan Kadar COD

COD (Mg/L)	BP (Mg/L)	SED (Mg/L)	Efisiensi Removal	F. Antrasit (Mg/L)	F. karbon A. (Mg/L)	Efisiensi Removal Total Antrasit	Efisiensi Removal Total Karbon Aktif
KONTR OL	6000	5200	13%	4800	4400	20%	27%
TAWAS	3600	1200	67%	800	800	78%	78%
PAC	4400	2000	55%	1200	800	73%	82%
TAWAS-PAC	3600	2000	44%	800	800	78%	78%

Perhitungan efisiensi removal total didapatkan dari rumus:

$$\text{Total efisiensi removal (\%)} = ((\text{Inlet} - \text{Outlet}) / \text{Inlet}) \times 100\%$$

Dari Gambar 4.1 dapat dilihat pada variabel kontrol media antrasit didapatkan hasil total removal sebesar 20%. Efisiensi removal COD dengan variabel kontrol cukup rendah dikarenakan pada variabel kontrol ini tidak ditambahkan koagulan apapun, sehingga air limbah bekas pencucian jeans hanya melewati unit koagulasi flokulasi dengan pengadukan tanpa penambahan koagulan dan dilanjutkan ke media filter. Dalam variabel kontrol ini yang berperan adalah pengadukan pada koagulasi flokulasi yang mampu mereduksi COD sebesar 13% dengan dibantu media filter antrasit sehingga menghasilkan total removal sebesar 20%.



Gambar 4.1 Penurunan COD

Pada variabel koagulan tawas didapatkan hasil removal total COD adalah 78%. Dengan efisiensi removal setelah penambahan koagulan adalah 67%. Hal ini dikarenakan tawas memiliki muatan positif Al^{3+} yang mana kandungan ini nantinya akan bereaksi dan berikatan dengan muatan negatif yang ada dalam air limbah. Ikatan-ikatan tersebut membentuk flok-flok yang lebih besar setelah mengalami proses pengadukan lambat dimana partikel saling bertubrukan dan tetap bersatu untuk kemudian mengendap sebagai endapan. Setelah itu, air limbah bekas pencucian jeans difilter menggunakan media antrasit dan menghasilkan total removal COD yakni 78%.

Pada Gambar 4.1 dapat dilihat hasil removal total COD untuk variasi koagulan PAC dengan media antrasit sebesar 73%. Setelah penambahan koagulan PAC efisiensi removal COD adalah 55%. Hal ini dikarenakan PAC adalah koagulan yang mempunyai tingkat adsorpsi yang kuat serta membutuhkan waktu yang tidak terlalu lama dalam pembentukan flok. Penurunan kadar COD terjadi karena dengan penambahan PAC ini maka ion-ion yang mengelilingi permukaan tersebut akan menarik ion-

ion yang berlawanan muatannya dari dalam larutan sehingga sebagian partikel akan terimbangi dan terbentuk ion-ion polimer yang dapat terserap oleh partikel-partikel, yang berarti koloid akan terselubungi oleh koagulan. Muatan partikel koloid dan hasil hidrolisa akan saling menetralkan sehingga muatan dari partikel-partikel koloid akan terjaring dalam gumpalan membentuk molekul yang lebih besar. Dengan adanya ion Al^{3+} di dalam larutan, maka akan bereaksi dengan ion OH^- yang berasal dari ionisasi air atau alkalinitas air sehingga akan mengendap membentuk flok alumunium hidroksida dan juga akibat adanya gaya gravitasi. Total removal COD setelah penambahan koagulan PAC dan media antrasit adalah 73%. Variasi koagulan campuran tawas dan PAC menghasilkan removal total sebesar 78%. Hasil removal setelah penambahan campuran koagulan tawas dan PAC adalah 44% dan lebih rendah dari efisiensi removal tawas dan PAC itu sendiri.

Dari Gambar 4.1 dapat dilihat pada variabel kontrol dengan media karbon aktif didapatkan hasil removal sebesar 27%. Efisiensi removal COD dengan variabel kontrol tidak jauh berbeda dengan ketika menggunakan media antrasit yakni cukup rendah dikarenakan pada variabel kontrol ini tidak ditambahkan koagulan apapun, sehingga air limbah bekas pencucian jeans hanya melewati unit koagulas flokulasi dengan pengadukan tanpa penambahan koagulan dan dilanjutkan ke media filter. Variabel koagulan tawas dengan media karbon aktif menghasilkan total removal COD sebesar 78%. Untuk koagulan tawas sendiri, dapat menurunkan COD sebesar 67%. Efisiensi removal sama jika dibandingkan dengan media antrasit, dikarenakan karbon aktif dan antrasit merupakan adsorben yang baik untuk menurunkan nilai COD. Pada karbon aktif terdapat rongga-rongga yang mulanya kosong sehingga terisi oleh adsorbat yang teradsorpsi, maka dari itu karbon aktif dapat menurunkan nilai COD.

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat hasil removal total COD untuk variasi koagulan PAC dengan media karbon aktif sebesar 82%. Seperti pada Gambar 4.1, koagulan PAC dapat menurunkan COD sebesar 55%. Selain peran koagulan PAC yang dapat membentuk flok dengan cepat, juga adanya peran karbon aktif yang merupakan adsorban untuk penurunan nilai COD itu sendiri.

Untuk variasi koagulan campuran tawas dan PAC pada Gambar 4.1 menghasilkan removal total sebesar 78%. Karena adanya peran karbon aktif pada filter setelah proses koagulasi flokulasi, sehingga hasil penurunan COD oleh campuran koagulan tawas dan PAC didapatkan hasil yang cukup baik.

Dari Gambar 4.1 dapat dibandingkan antara setiap koagulan dalam menurunkan nilai COD. Untuk koagulan yang paling baik menurunkan COD adalah tawas, dikarenakan tawas mengandung muatan positif Al^{3+} , dimana muatan positif inilah yang dapat menyebabkan destabilisasi partikel koloid, mengurangi gaya tolak menolak antar partikel koloid, sehingga partikel koloid dapat bergabung membentuk flok. Hasil hidrolisis koagulan memiliki kelarutan yang rendah dan permukaan cukup luas yang dapat menyerap partikel di sekitarnya dan mengendapkannya. Sedangkan perbandingan media antrasit dan media karbon aktif dalam penurunan nilai COD, dapat dilihat bahwa media karbon aktif lebih baik dalam hal penurunan nilai COD dikarenakan media karbon aktif mempunyai daya serap yang tinggi. Meskipun efisiensi removal antara keduanya tidak terlalu berbeda jauh. Untuk total efisiensi removal COD setiap media adalah media antrasit sekitar 70% - 80%, sedangkan media karbon aktif sekitar 75% - 85%.

Namun, penurunan kadar COD masih belum memenuhi baku mutu, dikarenakan konsentrasi limbah yang masuk terlalu pekat atau mempunyai konsentrasi tinggi, sehingga perlu adanya pre-treatment untuk menurunkan konsentrasi COD sehingga ketika dilakukan pengolahan, kadar COD dapat memenuhi baku mutu yang ditetapkan.

4.3 Penurunan Kadar TSS dengan Media Antrasit dan Karbon Aktif

Kadar TSS dalam air limbah bekas pencucian jeans tergolong sangat tinggi, dengan menggunakan unit koagulasi flokulasi dibantu variasi koagulan, yakni tawas 50 mg/L, PAC 50 mg/L dan campuran tawas PAC 50 mg/L diikuti dengan media filter antrasit dan karbon aktif menghasilkan persentase penurunan kadar TSS yang baik. Pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.2 berikut dapat dilihat adanya pengaruh penurunan parameter TSS

dengan media antrasit, dimana perbandingan ini dipengaruhi juga dengan koagulan yang ditambahkan.

Tabel 4.5 Penurunan Kadar TSS

TSS	BP (Mg/L)	SED (Mg/L)	Efisi ensi Rem oval	F. Antrasit (Mg/L)	F. karbon A. (Mg/L)	Efisiensi Removal Total Antrasit	Efisiensi Removal Total Karbon Aktif
KONTR OL	444	123	72%	48	40	89%	91%
TAWAS	300	72	76%	25	24	92%	92%
PAC	336	67	80%	24	23	93%	93%
TAWAS- PAC	480	87	82%	32	21	93%	96%

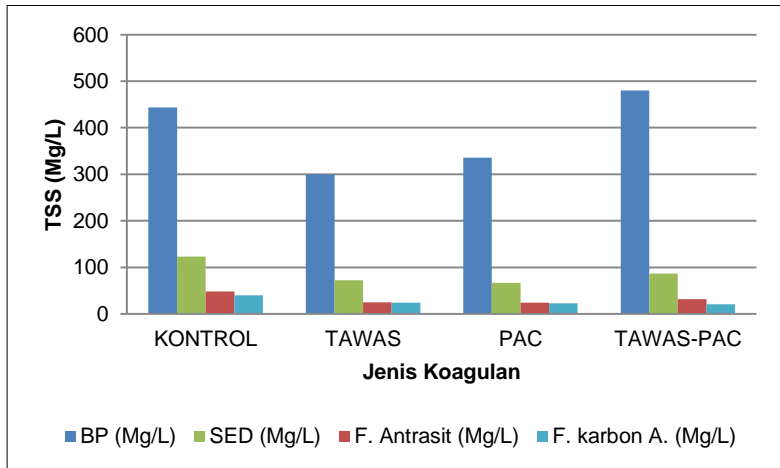
Pada Gambar 4.2 dapat dilihat untuk variabel kontrol dengan media antrasit menghasilkan total removal sebesar 89%. Setelah penambahan koagulan, efisiensi removal TSS adalah 72%. Meskipun tanpa adanya penambahan koagulan, TSS dapat menurun dikarenakan pada bak sedimentasi terjadi pengendapan secara gravitasi. Kemudian setelah melewati media filter antrasit, total removal TSS menjadi 89%. Hal ini dikarenakan antrasit sebagai media filter berperan menahan kotoran-kotoran pada rongga-rongga luar antar partikel.

Pada variasi koagulan tawas, total efisiensi penurunan TSS sebesar 91%. Setelah penambahan koagulan tawas, efisiensi removal adalah 76%. Dikarenakan tawas dapat mengikat zat-zat tersuspensi sehingga menjadi gumpalan flok yang bisa diendapkan. Setelah melewati media total efisiensi menjadi 91%, efisiensi removal tidak terlalu jauh beda dengan variabel kontrol yang menggunakan media antrasit.

Pada variasi koagulan PAC, total efisiensi penurunan TSS adalah 89%. Sama halnya dengan koagulan tawas, koagulan PAC dapat mengikat zat-zat tersuspensi dan tidak membutuhkan waktu lama dalam pembentukan flok.

Untuk variasi koagulan campuran tawas dan PAC, total efisiensi removal adalah 93%. Setelah penambahan koagulan, efisiensi removal TSS adalah 82%, dimana efisiensi removal TSS terbesar adalah ketika penggunaan koagulan campuran tawas dan PAC, hal ini dikarenakan campuran keduanya sama-sama

berperan mengikat zat-zat tersuspensi dengan waktu yang tidak terlalu lama dibandingkan dengan tawas dan PAC itu sendiri.



Gambar 4. 2 Penurunan TSS

Pada Tabel 4.5 dan Gambar 4.2, dapat dilihat adanya pengaruh penurunan parameter TSS dengan media karbon aktif, dimana perbandingan ini dipengaruhi juga dengan koagulan yang ditambahkan.

Pada Gambar 4.2, dapat dilihat untuk variabel kontrol total efisiensi penurunan TSS sebesar 91%. Sedangkan variasi koagulan tawas sebesar 92%, variasi koagulan PAC sebesar 94% dan variasi campuran koagulan tawas dan PAC sebesar 95%. Dapat dilihat bahwa campuran koagulan tawas dan PAC mempunyai total efisiensi paling dikarenakan campuran keduanya mampu memaksimalkan dalam pengikatan zat-zat tersuspensi dan tidak membutuhkan waktu yang lama untuk pengendapan flok, sehingga campuran kedua koagulan mampu bekerja dengan baik dalam hal penurunan kadar TSS pada air limbah bekas pencucian jeans.

Perbandingan efisiensi removal TSS antara media antrasit dan karbon aktif dapat dilihat lebih besar ketika menggunakan karbon aktif, namun keduanya mampu mereduksi

kadar TSS dengan sangat baik dikarenakan media antrasit dan media karbon aktif mempunyai fungsi menahan partikel-partikel yang melewatinya dengan cara yang berbeda. Untuk media antrasit, kotoran ditahan di rongga-rongga luar, sedangkan karbon aktif kotoran ditahan di rongga-rongga dalam. Dapat disimpulkan bahwa kedua media filter dapat meremoval TSS dengan baik, total efisiensi removal TSS untuk media antrasit yakni sekitar 89% - 93%, sedangkan media karbon aktif sebesar 91% - 95%.

4.4 Penurunan Kadar Kekeruhan dengan Media Antrasit dan Karbon Aktif

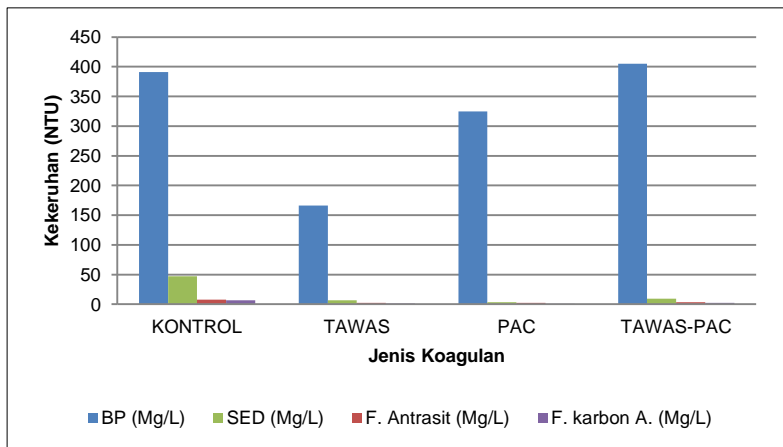
Kadar kekeruhan pada air limbah bekas pencucian jeans tergolong tinggi. Penurunan kadar kekeruhan pada air limbah bekas pencucian jeans menggunakan unit koagulasi flokulai, unit sedimentasi dan unit filtrasi. Pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.3 berikut menunjukkan penurunan kekeruhan dengan variasi koagulan dan media antrasit.

Pada Gambar 4.3 dapat dilihat total efisiensi removal variabel kontrol adalah 98%, variasi tawas 99%, variasi PAC 99% dan variasi campuran tawas PAC sebesar 99%. Untuk penurunan kekeruhan, koagulan yang dianggap paling efektif adalah PAC, dimana pada Gambar 4.3 ditunjukkan efisiensi removal kekeruhan dengan koagulan terbesar diperoleh setelah ditambahkan koagulan PAC. Dimana efisiensi removal kekeruhan dengan koagulan PAC mencapai 98%. Hal ini dikarenakan PAC didapat memadatkan dan menghentikan penguraian flok serta membutuhkan kebiasaan rendah untuk hidrolisis.

Tabel 4.6 Penurunan Kadar Kekeruhan

Kekeruhan	BP (Mg/L)	SED (Mg/L)	Efisiensi Removal	F. Antrasit (Mg/L)	F. karbon A. (Mg/L)	Efisiensi Removal Total Antrasit	Efisiensi Removal Total Karbon Aktif
KONTR OL	391	47.1	88%	7.89	6.75	98%	98%
TAWAS	166	6.89	96%	2.49	1.39	99%	99%

Kekeruhan	BP (Mg/L)	SED (Mg/L)	Efisiensi Removal	F. Antrasit (Mg/L)	F. karbon A. (Mg/L)	Efisiensi Removal Total Antrasit	Efisiensi Removal Total Karbon Aktif
PAC	325	3.27	98%	2.34	0.94	99%	100%
TAWAS-PAC	405	9.44	98%	3.23	2.28	99%	99%



Gambar 4. 3 Penurunan Kekeruhan

Pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.3 berikut, dapat dilihat adanya pengaruh penurunan parameter TSS dengan media karbon aktif, dimana perbandingan ini dipengaruhi juga dengan koagulan yang ditambahkan. Pada Gambar 4.3 dapat dilihat penurunan kekeruhan dengan variasi koagulan dan media karbon aktif menghasilkan total efisiensi removal adalah untuk variabel kontrol 98%, variasi tawas 99%, variasi PAC 100% dan variasi campuran tawas PAC 99%.

Perbandingan efisiensi removal kekeruhan antara media antrasit dan karbon aktif adalah hampir sama. Keduanya mampu mereduksi kadar kekeruhan dengan sangat baik dikarenakan media antrasit dan media karbon aktif mempunyai fungsi menahan partikel-partikel yang melewatinya dengan cara yang berbeda. Untuk media antrasit, kotoran ditahan di rongga-rongga

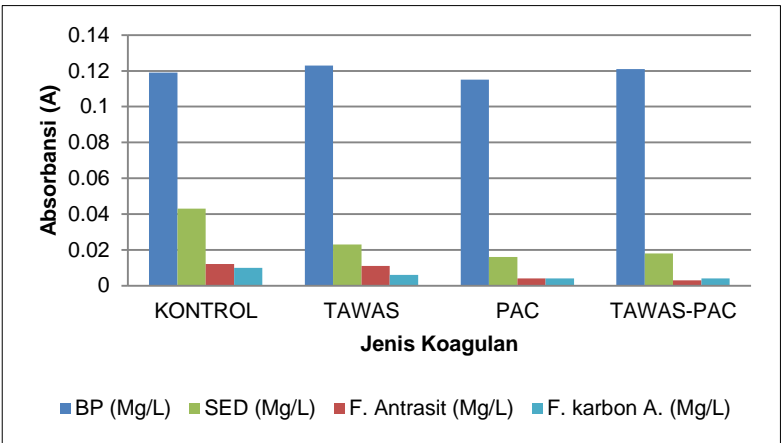
luar, sedangkan karbon aktif kotoran ditahan di rongga-rongga dalam. Dapat disimpulkan bahwa total efisiensi removal kekeruhan untuk kedua media yakni sekitar 90% - 100%.

4.5 Penurunan Kadar Warna dengan Media Antrasit dan Karbon Aktif

Kadar warna pada air limbah bekas pencucian tergolong pekat. Hasil efisiensi removal warna oleh koagulan dan media filter dapat dilihat pada Tabel 4.7 serta grafik penurunan dapat dilihat pada Gambar 4.6.

Tabel 4. 7 Penurunan Kadar Warna

Warna	BP (Mg/L)	SED (Mg/L)	Efisiensi Rem oval	F. Antrasit (Mg/L)	F. karbon A. (Mg/L)	Efisiensi Removal Total Antrasit	Efisiensi Removal Total Karbon Aktif
KONTR OL	0.119	0.043	64%	0.012	0.010	90%	92%
TAWAS	0.123	0.023	81%	0.011	0.006	91%	95%
PAC	0.115	0.016	86%	0.004	0.004	97%	97%
TAWAS-PAC	0.121	0.018	85%	0.003	0.004	98%	97%



Gambar 4.4 Penurunan Warna

Pada Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa penurunan kadar warna menggunakan tawas sebesar 81%. Untuk koagulan PAC penurunan warna sebesar 86% dan untuk koagulan campuran tawas PAC adalah 85%. Hal ini dikarenakan, PAC merupakan koagulan yang stabil dan mampu membentuk flok dengan cepat sehingga dapat menurunkan warna dengan baik. Jika dibandingkan penurunan kadar warna antara ketiga koagulan tersebut tidak terlalu berbeda jauh yakni sekitar 81% - 86%.

Untuk penggunaan media filter pun hasil total removal juga tidak berbeda jauh yakni sekitar 90-98%. Hal ini dikarenakan kedua media filter merupakan adsorban warna yang baik. Media antrasit mampu menahan partikel-partikel pencemar pada rongga luar, sedangkan media karbon aktif mengabsorpsi kotoran kedalam rongga-rongganya.

4.6 Ringkasan Penelitian

Dari hasil penelitian yang sudah dijelaskan dari mulai Tabel 4.4 dan Gambar 4.1 sampai Tabel 4.7 dan Gambar 4.6 mengenai variasi koagulan dan variasi media filter dalam menurunkan kadar COD, TSS, Kekeruhan dan Warna pada air limbah bekas pencucian jeans, maka dibuat ringkasan sebagai berikut:

- a. Koagulan tawas
Total efisiensi penurunan kadar COD mencapai 67%, total efisiensi penurunan kadar TSS mencapai 76%, sedangkan total efisiensi penurunan kadar kekeruhan mencapai 96% dan total efisiensi penurunan kadar warna sebesar 81%.
- b. Koagulan PAC
Total efisiensi penurunan kadar COD mencapai 55%, total efisiensi penurunan kadar TSS mencapai 80%, sedangkan total efisiensi penurunan kadar kekeruhan mencapai 98% dan total efisiensi penurunan kadar warna sebesar 86%.
- c. Koagulan tawas dan PAC
Total efisiensi penurunan kadar COD mencapai 44%, total efisiensi penurunan kadar TSS mencapai 82%,

sedangkan total efisiensi penurunan kadar kekeruhan mencapai 98% dan total efisiensi penurunan kadar warna sebesar 85%.

d. Media filter antrasit

Total efisiensi penurunan kadar COD mencapai 78%, total efisiensi penurunan kadar TSS mencapai 93%, sedangkan total efisiensi penurunan kadar kekeruhan mencapai 99% dan total efisiensi penurunan kadar warna sebesar 98%.

e. Media filter karbon aktif

Total efisiensi penurunan kadar COD mencapai 82%, total efisiensi penurunan kadar TSS mencapai 94%, sedangkan total efisiensi penurunan kadar kekeruhan mencapai 100% dan total efisiensi penurunan kadar warna sebesar 97%.

Dari ringkasan diatas, kemudian dihitung rata-rata efisiensi removal yang paling baik dalam mereduksi parameter pencemar. Berikut hasil rata-rata efisiensi removal dari jenis koagulan dapat dilihat pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Rata-Rata Efisiensi Removal Jenis Koagulan

Jenis Koagulan	COD	TSS	KEKERUHAN	WARNA	Rata-Rata Efisiensi Removal
TAWAS	67%	76%	96%	81%	80.0%
PAC	55%	80%	98%	86%	79.7%
TAWAS-PAC	44%	82%	98%	85%	77.3%

Pada Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa koagulan tawas mempunyai efisiensi removal paling besar untuk rata-rata efisiensi removal parameter yang diuji yakni 80%. Sedangkan untuk media filter yang mempunyai efisiensi terbaik adalah karbon aktif, karena karbon aktif mempunyai persen removal yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan antrasit untuk mereduksi parameter yang diuji.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data, analisa dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Secara keseluruhan, pengolahan air limbah bekas pencucian jeans dengan menggunakan pembubuhan koagulan cukup baik. Dengan dosis pembubuhan 50 mg/L untuk PAC dan Tawas serta 25 mg/L untuk campuran keduanya, maka efisiensi removal untuk setiap parameter akan maksimal. Koagulan yang baik untuk penurunan setiap parameter adalah:
 - Penurunan kadar COD adalah tawas dengan removal 67%.
 - Penurunan kadar TSS adalah campuran tawas-PAC dengan removal 82%.
 - Penurunan kadar kekeruhan adalah PAC dengan removal 99%.
 - Penurunan kadar warna adalah PAC dengan removal 86%.

Namun, dikarenakan belum maksimalnya pengolahan sehingga effluen air bekas pencucian jeans masih belum memenuhi baku mutu.

2. Efisiensi media filter setelah melalui proses kogulasi flokulasi menggunakan koagulan, jika dibandingkan antara media antrasit dengan media karbon aktif dalam menurunkan kadar parameter pencemar adalah media karbon aktif. Kadar COD teremoval sebesar 82%, TSS sebesar 96%, kekeruhan mencapai 99% dan warna teremoval 97%.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya *pre-treatment* sehingga beban pencemar pada air limbah tidak terlalu besar.

2. Perlu adanya pengujian COD untuk penentuan dosis optimum, dikarenakan kadar COD juga menurun seiring dengan penambahan dosis koagulan.
3. Perlu dilakukan pengukuran berat media filter yang dipakai untuk filtrasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alaert,G. (1987). **Metode Penelitian Air: Usaha Nasional**. Surabaya.
- Anugrah, Taufik. 2013. **Efektivitas Campuran Koagulan PAC Dan Tawas Sebagai Koagulan Dalam Pengolahan Air Bersih**. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Apha, Awwa, Wpcf. 1999. **Standard Method For Examination Of Water And Waswater**. Washington
- Bansal, R.C., and Goyal, M. 2005. **Activated Carbon Adsorption**. Taylor & Francis. CRC Group. New York, NY.
- Barafort, B., Mesquida, A., And Mas, A. 2017. **Integrating Risk Management In It Settings From Iso Standards And Management Systems Perspectives**. Computer Standards & Interfaces Vol. 54 Page 76-185.
- Chanamool, N., and Naena, T. 2016. **Fuzzy FMEA Application To Improve Decision-Making Process In An Emergency Department**. Applied Soft Computing No 43 Page 441-453.
- Carlson, C. S. 2004. **Effective Fmeas: Achieving Safe, Reliable, And Economical Products And Processes Using Failure Mode And Effects Analysis**. USA: ReliaSoft Corporation.
- Chiozza, M. L., and Ponzetti, C. 2009. **FMEA: A Model For Reducing Medical Errors**. Clinica Chimica Acta Article Vol. 404 Issue 1 Page 75-78.
- Dagsuyu, C., Gocmen, E., Narli, M., dan Kokangul, A. 2016. **Classical and fuzzy FMEA risk analysis in a sterilization unit**. Journal of Computers and Industrial Engineering No. 101 page 286-294.
- Darmawi, H. 2010. **Manajemen Risiko**. Jakarta: Bumi Aksara.
- Davis, M. L.& Cornwell D.A. 1998. **“Introduction To Environmental Engineering”**,Third Edition, Mcgraw–Hill, Inc.Singapore.
- Dewi, Galuh C., Tri Joko, Yusniar. 2015. **Kemampuan Tawas dan Serbuk Asam Jawa Untuk Menurunkan Kadar COD Limbah Cair Laundry**. Jurnal Kesehatan Masyarakat Vol. 3 (3).

- Geraldin, L. H., Pujawan, I. N., Dan Dewi, D. S. 2007. **Manajemen Risiko Dan Aksi Mitigasi Untuk Menciptakan Rantai Pasok Yang Robust**. Jurnal Teknologi Dan Rekayasa Teknik Sipil.
- Ginting, F.D. 2008. **Adsorpsi**. Penerbit : FT UI, Jakarta.
- Guo, Q., Sheng, K., Wang, Z., Zhang, X., Yang, H., and Miao, R. 2017. **Research On Element Importance Of Shafting Installation Based On QFD And FMEA**. Procedia Engineering No. 174 Page 677-685.
- Hammer, M.J. 1986. **Water And Wastewater Technology**. Prentice-Hall Int. Inc., New Jersey.
- Hong, H. et al., 2008. **Removal of arsenate, chromate and ferricyanide by cationic surfactant modified powdered activated carbon**. Desalination 223 (2008) 221–228, (September).
- Huisman, L., Danwood, E.W. 1974. **Slow Sand Filtration**. WHO. Geneva
- Junaidi, Bima Patria. 2006. **Analisis Teknologi Pengolahan Limbah Cair Pada Industri Tekstil (Studi Kasus Pt. Iskandar Indah Printing Textile Surakarta)**. Jurnal Presipitasi Vol.1 (1)
- Khairunisa, R. 2008. **Kombinasi Teknik Elektrolisis dan Teknik Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif Untuk Menurunkan Konsentrasi Senyawa Fenol Dalam Air**. Skripsi. Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Indonesia , Depok.
- Klimiuk, E., U Filipkowska, A. Korzeiowska. 1999. **"Effects Of Ph And Coagulant Dosage On Effectiveness Of Coagulation Wastewater By Polyalumunium Chloride (Pac)"**, Polish Journal Of Enviromentalstudies Vol.8 (2), Hal. 73-79
- Kumalasari, Fety dan Yogi Satoto. 2011. **Teknik Praktis Pengolahan Air Kotor Menjadi Air Bersih Hinga Layak Diminum**. Laskar Aksara: Jakarta.
- Laksono, 2012. **Pengolahan Biologis Limbah Batik Dengan Media Biofilter**. Skripsi Ilmiah. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia
- Lokobal, A. 2014. **Manajemen Risiko Pada Perusahaan Jasa Pelaksana Konstruksi Di Propinsi Papua (Studi**

- Kasusu Di Kabupaten Sarmi).** Jurnal Ilmiah Engineering Vol. 4 No. 2.
- Mahida, U.N. 1986. **Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri.** Jakarta : CV. Rajawali.
- Manurung,J. 2009. **Studi Efek Jenis dan Berat Koagulan terhadap Penurunan Nilai COD dan BOD pada Pengolahan Air Limbah dengan Cara Koagulasi.** Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara.
- Maria Cristina P, Mu Nisatun S, Rany Saptaji. 2007. **Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) Dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Berkas Elektron 350 Kev/10 Ma.**
- Masduqi, A., Dan Assomadi, A.F. 2012. **Operasi Dan Proses Pengolahan Air.** Jurusan Teknik Lingkungan Institute Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Metcalf Dan Eddy, Inc. 2003. **Wastewater Engineering: Treatment, Disposal And Reuse.** Mcgraw-Hill, Inc: Usa.
- Mifbakhuddin.2010. **Pengaruh Ketebalan Karbon Aktif Sebagai Media Filter Terhadap Penurunan Kesadahan Air Sumur Artesis.** Eksplansi Vol. 5 (2)
- Miller, J.N dan Miller, J.C. 2000. **Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry, 4th ed.** Prentice Hall: Harlow.
- Muzamil, M. Agus. 2010. **Dampak Limbah Cair Pabrik Tekstil Pt Kenaria Terhadap Kualitas Air Sungai Winong Sebagai Irigasi Pertanian Di Desa Purwosuman Kecamatan Sidoharjo Kabupaten Sragen.** Other Thesis, Universitas Sebelas Maret.
- Nugroho, Ramadhan. 2005. **Pengolahan Air Limbah Pewarna Industri Tekstil Dengan Proses Aops.** Jal. Vol.1 (2)
- Oktaviana, Triwulan. 2007. **Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil Dengan Menggunakan Kombinasi Senyawa Aktif Tanaman Dan Arang Aktif Dari Limbah Kelapa Sawit.** Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Rachmawati, V Dan Alia D. 2013. **Pengolahan Limbah Cair Industri Pewarnaan Jeans Menggunakan Membrane Silica Nanofiltrasi Aliran Cros Flow Untuk**

- Menurunkan Warna Dan Kekeruhan.** Jurnal Teknik Pomits. Vol.2 (2)
- Rachmawati S. W, Bambang Iswanto, Winarni. 2009. **Pengaruh Ph Pada Proses Koagulasi Dengan Koagulan Aluminium Sulfat dan Ferri Klorida.** Jurnal Teknik Lingkungan. Vol. 5. No.2 Desember 2009: 40-45.
- Rakhmawati, Anasia. 2012. **Pengolahan Air Limbah Laundry Dengan Reaktor Biofilter dan Koagulasi Flokulasi.** Jurusan Teknik Lingkungan. Surabaya
- Rambe. 2009. **Pemanfaatan Biji Kelor Moringa Oleifera Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil.** Jurnal Ristek, 48-61.
- Reynold, T.D., Dan Richard, P.A. 1996. **Unit Operation And Process In Environmental Engineering.** Boston : Pws Publishing Company.
- Rohman. 2007. **Kimia Farmasi Analisis.** Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Rosariawari, Firra dan Mirwan. 2005. **Efektifitas PAC Dan Tawas Untuk Menurunkan Kekeruhan Pada Air Permukaan.** Jurnal of Environmental, Vol. 5 (1)
- Said, Muhammad. 2009. **Pengolahan Air Limbah Laboratorium Dengan Menggunakan Koagulan Alum Sulfat Dan Poli Aluminium Klorida (Pac) .** Jurnal Penelitian Sains . Fmipa Universitas Sriwijaya
- Said, Nusa Idaman. 2005. **Aplikasi Bio-Ball Untuk Media Biofilter.** Kelompok Teknologi Pengelolaan Air Bersih Dan Limbah Cair, Pusat Pengkajian Dan Penerapan Teknologi.
- Said, Nusa Idaman. 2007. **Pengolahan Air Minum Dengan Karbon Aktif Bubuk.** JAI Vol.3, No.2.
- Said , Nusa Idaman. 2011. **Pengolahan Air Limbah Industri Kecil Tekstil Dengan Proses Biofilter Anaerob-Aerob Tercelup Menggunakan Media Plastik Sarang Tawon .** Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 2 (2), Hal. 124-135
- Severian, V. 2014. **Risk Management And Evaluation And Qualitative Method Within The Projects.** Ecoforum Vol. 3 Issue 1 (4).

- Simamora, Y., Dan Kurniati, N. 2016. **Analisis Risiko Pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Pt. Ajinomoto Berdasarkan Konsep Manajemen Risiko Lingkungan**. Surabaya: Teknik Industri Its.
- Sudirjo, E. 2005. **Penentuan Distribusi Benzen Toluene pada Kolom Adsorpsi Fixed Bed Carbon Active**. Jakarta: Jurusan Teknik. Fakultas Teknik. Universitas Indonesia.
- Sunu, P. 2001. **Melindungi Lingkungan Dengan Menerapkan Iso 1400**. Jakarta: Pt. Gramedia Sarana Indonesia
- Sutiyani, F., & Sukarnen. 2015. **Uji Efektivitas Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Dan Serbuk Kayu Sebagai Adsorben Untuk Pengolahan Air Limbah Pewarnaan Jeans**. 663-669.
- Sutrisno, C. T Dan Suciastuti, E. 1987. **Teknologi Penyediaan Air Bersih**. Jakarta:Penerbit Rineka Cipta
- Tejokusumo, B. 2007. **Limbah Cair Industri Serta Dampaknya Terhadap Kualitas Air Tanah Dangkal Di Desa Gumpang Kecamatan Kartasura**. Skripsi. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret.
- Vesilind Ap, Peirce Jj, Dan Weiner Rf. 1994. **Enviromental Engineering**. Butterwort-Heinemann Inc. Boston.
- Villarini, M., Cesarotti, V., Alfonsi, L., dan Introna, V. 2017. **Optimization Of Photovoltaic Maintenance Plan By Means Of A FMEA Approach Based On Real Data**. Journal of Energy Conversation and Mangement.
- Wardhana, W. A. 1995. **Dampak Pencemaran Lingkungan**. Yogyakarta: Andi Offset

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A

PERHITUNGAN DIMENSI REAKTOR

1. Perhitungan Filter

Dimensi: $P = 9 \text{ cm} = 0,09 \text{ m}$
 $L = 9 \text{ cm} = 0,09 \text{ m}$
 $T = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$

Tipe filter: Rapid Sand Filter ($v = 4 - 21 \text{ m/jam}$, direncanakan $v = 4 \text{ m/jam}$)

$$Q = A \times v$$

$$Q = (0,09\text{m} \times 0,09\text{m}) \times 4 \text{ m/jam}$$

$$= 0,0324 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$T_d = Q/V$$

$$= 0,0324 \text{ m}^3/\text{jam} : (0,09\text{m} \times 0,09\text{m} \times 1\text{m})$$

$$= 0,3 \text{ jam}$$

$$Q = 0,0324 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 0,009 \text{ L/detik}$$

$$= 0,54 \text{ L/menit}$$

$$= 540 \text{ ml/menit}$$

2. Perhitungan Bak Koagulasi

Dimensi: $P = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$
 $L = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$
 $T = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$

$$V = 0,1 \times 0,1 \times 0,05$$

$$= 0,0005 \text{ m}^3$$

$$T_d = Q/V$$

$$= (0,0324 \text{ m}^3/\text{jam} : 0,0005 \text{ m}^3) \times (1 \text{ jam} : 60 \text{ menit})$$

$$= 0,95 \text{ menit}$$

$$= 55 \text{ detik (Kriteria 20 - 60 detik)}$$

Gradien Kecepatan

Ukuran paddle: $P = 6,5 \text{ cm}$ (Kriteria 50-80% Lebar bak)
 $L = 1 \text{ cm}$ (Kriteria 1/6 - 1/8 panjang paddle)

$$\text{Luas permukaan (A)} = 2 \times p \times l$$

$$= 2 \times 6,5 \times 1$$

$$= 13 \text{ cm}^2$$

$$n = 150 \text{ rpm}$$

$$Vr = 0,75 \times 3,14 \times 6,5 \times (150/60) \text{ rps}$$

$$= 38,3 \text{ cm.detik}$$

$$G = \sqrt{\frac{Cd \times A \times Vr^3}{2 \times v \times V \text{ bak}}}$$

$$= \sqrt{\frac{1,2 \times 13 \times (38,3)^3}{2 \times 0,008214 \times (10 \times 10 \times 5)}}$$

$$= 326,25/\text{detik (Kriteria 300 – 1000/detik)}$$

3. Perhitungan Bak Flokulasi

Dimensi: P = 15 cm = 0,15 m

L = 15 cm = 0,15 m

T = 30 cm = 0,30 m

$$V = 0,15 \times 0,15 \times 0,30$$

$$= 0,00675 \text{ m}^3$$

$$Td = Q/V$$

$$= (0,0324 \text{ m}^3/\text{jam} : 0,00675 \text{ m}^3) \times (1 \text{ jam} : 60 \text{ menit})$$

$$= 12,5 \text{ menit (Kriteria 10 – 60 menit)}$$

Gradien Kecepatan

Ukuran paddle: P = 7,5 cm (Kriteria 50-80% Lebar bak)

L = 1,25 cm (Kriteria 1/6 – 1/8 panjang paddle)

$$\text{Luas permukaan (A)} = 2 \times p \times l$$

$$= 2 \times 7,5 \times 1,25$$

$$= 18,75 \text{ cm}^2$$

$$n = 50 \text{ rpm}$$

$$Vr = 0,75 \times 3,14 \times 7,5 \times (50/60) \text{ rps}$$

$$= 14,7 \text{ cm.detik}$$

$$G = \sqrt{\frac{Cd \times A \times Vr^3}{2 \times v \times V \text{ bak}}}$$

$$= \sqrt{\frac{1,2 \times 18,75 \times (14,7)^3}{2 \times 0,008214 \times (15 \times 15 \times 30)}}$$

$$= 25,43 /\text{detik (Kriteria 20 – 100/detik)}$$

4. Perhitungan Bak Pengendap

$$V = 0,0355 \text{ m}^3$$

$$Td = Q/V$$

$$= 0,0324 \text{ m}^3/\text{jam} : 0,0355 \text{ m}^3 = 1,1 \text{ jam}$$

LAMPIRAN B

PERHITUNGAN DOSIS KOAGULAN

Penentuan dosis koagulan yang dibutuhkan dengan perhitungan berikut:

Dosis koagulan yang dibuat = 10 gr/L

Dosis yang dibutuhkan:

a. Tawas

10 mg/L = 1 ml

20 mg/L = 2 ml

30 mg/L = 3 ml

40 mg/L = 4 ml

50 mg/L = 5 ml

60 mg/L = 6 ml

b. PAC

10 mg/L = 1 ml

20 mg/L = 2 ml

30 mg/L = 3 ml

40 mg/L = 4 ml

50 mg/L = 5 ml

60 mg/L = 6 ml

c. Tawas PAC

Tawas = 5 mg/L; PAC = 5 mg/L

(Tawas = 0,5 ml + PAC = 0,5 ml)

Tawas = 10 mg/L; PAC = 10 mg/L

(Tawas = 1 ml + PAC = 1 ml)

Tawas = 15 mg/L; PAC = 15 mg/L

(Tawas = 1,5 ml + PAC = 1,5 ml)

Tawas = 20 mg/L; PAC = 20 mg/L

(Tawas = 2 ml + PAC = 2 ml)

Tawas = 25 mg/L; PAC = 25 mg/L

(Tawas = 2,5 ml + PAC = 2,5 ml)

Tawas = 30 mg/L; PAC = 30 mg/L

(Tawas = 3 ml + PAC = 3 ml)

Tawas = 35 mg/L; PAC = 35 mg/L

(Tawas = 3,5 ml + PAC = 3,5 ml)

Tawas = 40 mg/L; PAC = 40 mg/L

(Tawas = 4 ml + PAC = 4 ml)

Dilakukan pengadukan cepat dengan 150 rpm selama 60 detik, kemudian pengadukan lambat 50 rpm selama 10 menit dan diendapkan selama 10 menit. Kemudian diuji kekeruhan untuk setiap dosis dan variasi koagulan.

Koagulan	Dosis (Mg/L)	Kekeruhan (NTU)
Tawas	10	13,1
	20	12,7
	30	12,4
	40	11,9
	50	11,3
	60	11,7
PAC	10	11,5
	20	11,2
	30	10,9
	40	10,5
	50	10,1
	60	10,7
Tawas dan PAC	5 + 5	12,6
	10 + 10	12,4
	15 + 15	11,8
	20 + 20	11,4
	25 + 25	11,2
	30 + 30	11,1
	35 + 35	10,5
	40 + 40	11,0

Data kekeruhan tersebut menjadi acuan untuk pengukuran kadar COD dengan pembentukan flok terbaik untuk masing-masing koagulan yakni untuk koagulan tawas adalah 50 mg/L, PAC 50 mg/L dan campuran tawas PAC sebesar 35 mg/L.

Berdasarkan perhitungan dosis koagulan tersebut, maka dapat diketahui dosis pembubuhan koagulan pada bak koagulasi agar sesuai dengan debit air limbah yang diolah.

a. Tawas 50 mg/L

$$Q_{\text{limbah}} = 540 \text{ ml/menit}$$

$$Q_{1,6 \text{ jam}} = 52 \text{ L}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{tawas}} &= (5 \text{ mL/L} \times 52 \text{ L}) : 1,6 \text{ jam} \\ &= 260 \text{ ml} : 96 \text{ menit} \\ &= 2,8 \text{ mL/menit} \end{aligned}$$

b. PAC 50 mg/L

$$Q_{\text{limbah}} = 540 \text{ ml/menit}$$

$$Q_{1,6 \text{ jam}} = 52 \text{ L}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{PAC}} &= (5 \text{ mL/L} \times 52 \text{ L}) : 1,6 \text{ jam} \\ &= 260 \text{ ml} : 96 \text{ menit} \\ &= 2,8 \text{ mL/menit} \end{aligned}$$

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN C

PERHITUNGAN ANALISA PARAMETER

A. PROSEDUR ANALISIS LABORATORIUM

Analisis COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Alat dan Bahan:

1. Larutan kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 0,1 N
2. Kristal perak sulfat (Ag_2SO_4) dicampur dengan asam sulfat (H_2SO_4)
3. Kristal merkuri sulfat (Hg_2SO_4)
4. Larutan standart Fero Amonium Sulfat (FAS) 0,05 N
5. Larutan indikator Fenantrolin Fero Sulfat (Feroin)
6. Erlenmeyer 250 mL 2 buah
7. Buret 25 mL atau 50 mL 1 buah
8. Alat refluks dan pemanasnya
9. Pipet 5 mL, 10 mL
10. Pipet tetes 1 buah
11. Beker glass 50 mL, 1 buah
12. Gelas ukur 25 mL, 1 buah

Prosedur Analisis:

1. Masukkan 0,4 gram kristal Hg_2SO_4 ke dalam masing-masing erlenmeyer.
2. Tuangkan 20 mL air sampel dan 20 mL air akuades (sebagai blangko) ke dalam masing-masing erlenmeyer.
3. Tambahkan 10 mL larutan $K_2Cr_2O_7$ 0,1 N.
4. Tambahkan 25 mL larutan campuran H_2SO_4 dan Ag_2SO_4 .
5. Alirkan pendingin pada kondensor dan pasang erlenmeyer COD.
6. Nyalakan alat pemanas dan refluks larutan tersebut selama 2 jam.
7. Biarkan erlenmeyer dingin dan tambahkan air akuades melalui kondensor sampai volume 150 mL.
8. Lepaskan erlenmeyer dari kondensor dan tunggu sampai dingin.
9. Tambahkan 3-4 tetes indikator Feroin.
10. Titrasi kedua larutan di erlenmeyer tersebut dengan larutan standart FAS 0,05 N hingga warna menjadi merah-coklat.
11. Hitung COD sampel dengan rumus :

$$\text{COD (mg O}_2\text{/L)} = \frac{(A-B) \times N \times 8000}{\text{Vol Sampel}} \times p$$

Keterangan:

A : mL FAS titrasi blanko

B : mL FAS titrasi sampel

N : normalitas larutan FAS

P : pengenceran

Analisis TSS (*Total Suspended Solid*)

Pengurangan gangguan

- Pisahkan partikel besar yang mengapung.
- Residu yang berlebihan dalam saringan dapat mengering membentuk kerak dan menjebak air, untuk itu batasi contoh uji agar tidak menghasilkan residu lebih dari 200 mg.
- Untuk contoh uji yang mengandung padatan terlarut tinggi, bilas residu yang menempel dalam kertas saring untuk memastikan zat yang terlarut telah benar-benar dihilangkan.
- Hindari melakukan penyaringan yang lebih lama, sebab untuk mencegah penyumbatan oleh zat koloidal yang terperangkap pada saringan.

Persiapan pengujian

Persiapan kertas saring atau cawan Gooch

- Letakkan kertas saring pada peralatan filtrasi. Pasang vakum dan wadah pencuci dengan air suling berlebih 20 mL. Lanjutkan penyedotan untuk menghilangkan semua sisa air, matikan vakum, dan hentikan pencucian.
- Pindahkan kertas saring dari peralatan filtrasi ke wadah timbang aluminium. Jika digunakan cawan Gooch dapat langsung dikeringkan..
- Keringkan dalam oven pada suhu 103°C sampai dengan 105°C selama 1 jam, dinginkan dalam desikator kemudian timbang.
- Ulangi langkah pada butir c) sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

Prosedur

1. Lakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi saringan dengan sedikit air suling.
2. Aduk contoh uji dengan pengaduk magnetik untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen.
3. Pipet contoh uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik
4. Cuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna, dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang tinggi memerlukan pencucian tambahan.
5. Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Jika digunakan cawan Gooch pindahkan cawan dari rangkaian alatnya.
6. Keringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang.
7. Ulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator, dan lakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN D

HASIL ANALISA PARAMETER

A. Analisa Perhitungan COD

Menghitung COD sampel dengan rumus :

$$\text{COD (mg O}_2\text{/L)} = \frac{(A-B) \times N \times 8000}{\text{Vol Sampel}} \times p$$

Keterangan:

A : mL FAS titrasi blanko

B : mL FAS titrasi sampel

N : normalitas larutan FAS

P : pengenceran

B. Analisa Perhitungan TSS

Menghitung TSS sampel dengan rumus :

$$\text{TSS (mg/L)} = \frac{(A-B)}{C} \times 1000 \times 1000$$

Keterangan:

A : Berat akhir kertas saring (gram)

B : Berat awal kertas saring (gram)

C : Jumlah sampel (mL)

Tabel Hasil Analisis COD

KOAGULAN	SAMPEL	V BLANKO (ml)	V TITRAN (ml)	Konsentrasi FAS (N)	PENGENCERAN	V SAMPEL (ml)	COD (Mg/L)
Tawas	Bak Penampung	3.05	2.6	0.05	20	1	3600
	Sedimentasi	3.05	2.9	0.05	20	1	1200
	Filter Antrasit	3.05	2.95	0.05	20	1	800
	Filter Karbon Aktif	3.05	2.95	0.05	20	1	800
PAC	Bak Penampung	3.05	2.5	0.05	20	1	4400
	Sedimentasi	3.05	2.8	0.05	20	1	2000
	Filter Antrasit	3.05	2.9	0.05	20	1	1200
	Filter Karbon Aktif	3.05	2.95	0.05	20	1	800
Tawas dan PAC	Bak Penampung	3.05	2.6	0.05	20	1	3600
	Sedimentasi	3.05	2.8	0.05	20	1	2000
	Filter Antrasit	3.05	2.95	0.05	20	1	800
	Filter Karbon Aktif	3.05	2.95	0.05	20	1	800

KOAGULAN	SAMPEL	V BLANKO (ml)	V TITRAN (ml)	Konsentrasi FAS (N)	PENGENCERAN	V SAMPEL (ml)	COD (Mg/L)
Kontrol	Bak Penampung	3.05	2.3	0.05	20	1	6000
	Sedimentasi	3.05	2.4	0.05	20	1	5200
	Filter Antrasit	3.05	2.45	0.05	20	1	4800
	Filter Karbon Aktif	3.05	2.5	0.05	20	1	4400

Tabel Hasil Analisis TSS

KOAGULAN	SAMPEL	Berat Kertas Awal (gr)	Berat Kertas Akhir (gr)	Jumlah Sampel (ml)	TSS (Mg/L)
Tawas	Bak Penampung	0.1677	0.1752	25	300
	Sedimentasi	0.1649	0.1667	25	72
	Filter Antrasit	0.1658	0.1664	25	25
	Filter Karbon Aktif	0.1685	0.1691	25	24
PAC	Bak Penampung	0.1669	0.1753	25	336
	Sedimentasi	0.1670	0.1687	25	67
	Filter Antrasit	0.1688	0.1694	25	24

KOAGULAN	SAMPEL	Berat Kertas Awal (gr)	Berat Kertas Akhir (gr)	Jumlah Sampel (ml)	TSS (Mg/L)
Tawas dan PAC	Filter Karbon Aktif	0.1635	0.1641	25	23
	Bak Penampung	0.1639	0.1759	25	480
	Sedimentasi	0.1641	0.1663	25	87
	Filter Antrasit	0.1668	0.1676	25	32
	Filter Karbon Aktif	0.1652	0.1657	25	21
	Bak Penampung	0.1664	0.1775	25	444
Kontrol	Sedimentasi	0.1641	0.1672	25	123
	Filter Antrasit	0.1647	0.1659	25	48
	Filter Karbon Aktif	0.1648	0.1658	25	40

LAMPIRAN E GAMBAR PENELITIAN



Gambar Desikator Kertas Saring



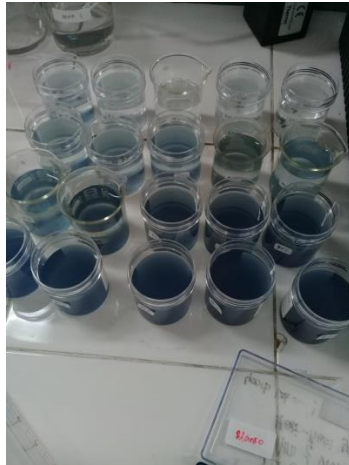
Gambar Menimbang Kertas Saring dengan Neraca Analitis



Gambar Rangkaian Reaktor



Gambar Uji Dosis Optimum Koagulan dengan *Jartest*



Gambar Uji Analisis Warna

Halaman ini sengaja dikosongkan

BIODATA PENULIS



Nama lengkap dari penulis adalah Fahriza Utami. Lahir di Mojokerto, Jawa Timur, 08 Mei 1996, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di TK Merdeka Mojokerto, MI Walisongo 1 Mojokerto, SMP Negeri 1 Kota Mojokerto dan SMAN 1 Sooko Mojokerto. Setelah lulus SMA tahun 2014, penulis diterima di Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS.

Selama kuliah, penulis aktif di dalam organisasi kemahasiswaan ssebagai staf Departemen Seni dan Olahraga selama 1 periode kepengurusan 2015/2016 dan sebagai staf Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa selama 1 periode kepengurusan 2016/2017. Selain itu penulis juga aktif di berbagai program kerja himpunan dan kegiatan kemahasiswaan lingkup HMTL maupun luat ITS serta mengikuti pelatihan. Penulis berkesempatan melaksanakan kerja praktek di Departemen Riset Pupuk dan Produk Hayati PT Petrokimia Gresik. Segala kritik dan saran yang membangun dapat disampaikan melalui email di fahriza.utami07@gmail.com.

